

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

IGOR MIČIĆ

Zagreb, 2012.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD
ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Mentor:

Doc.dr.sc. Dragutin Lisjak

Igor Mičić

Zagreb, 2012.



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
proizvodno inženjerstvo, računalno inženjerstvo, industrijsko inženjerstvo i menadžment, inženjerstvo
materijala i mehatronika i robotika

Sveučilište u Zagrebu Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

IGOR MIČIĆ

Mat. br.: 0035166516

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Naslov rada na
engleskom jeziku:

MAINTENANCE OF RAILWAY VEHICLES


Opis zadatka:

1. Općenito o održavanju željezničkih vozila,
2. Opisati ulogu preventivnog održavanja željezničkih vozila,
3. Detaljno opisati vrste i cikluse preventivnih pregleda i planskih popravaka za vučna vozila i za vagone,
4. Opisati mjesta održavanja željezničkih vozila (standarde kojima moraju udovoljavati),
5. Opisati i dati primjere prikaza potrebne tehničke dokumentacije za održavanje vozila,
6. Zaključak.

Zadatak zadan:

14. studenog 2011.

Zadatak zadao:


Doc.dr.sc. Dragutin Lisjak

Rok predaje rada:

1. rok: 10. veljače 2012.

2. rok: 6. srpnja 2012.

3. rok: 14. rujna 2012.

Predviđeni datumi obrane:

1. rok: 15., 16. i 17. veljače 2012.

2. rok: 9., 10. i 11. srpnja 2012.

3. rok: 19., 20. i 21. rujna 2012.

Predsjednik Povjerenstva:


Prof. dr. sc. Dubravko Majetić

IZJAVA

Izjavljujem pod moralnom, materijalnom i krivičnom odgovornošću da sam završni rad radio samostalno koristeći literaturu koju mi je dao mentor te koristeći literaturu koju sam i sam pronašao.

IGOR MIČIĆ

ZAHVALA

Posebno zahvaljujem cijenjenom mentoru doc.dr.sc. Dragutinu Lisjaku, koji mi je svojim savjetima puno pomogao pri izradi ovog rada te dr.sc. Mladenu Nikšiću sa Fakulteta prometnih znanosti u Zagrebu, koji me je uveo u problematiku zadatka i dao pravo korištenja vlastitih predavanja i dijelova doktorata.

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	II
POPIS TABLICA	III
POPIS KRATICA	IV
SAŽETAK	V
UVOD	VI
1. OPĆENITO O ODRŽAVANJU ŽELJEZNIČKIH VOZILA	1
2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA	6
2.1 Održavanje prema stanju	10
3. PREVENTIVNI PREGLEDI I PLANSKI POPRAVCI ŽELJEZNIČKIH VOZILA	18
3.1 Zakonska regulativa održavanja željezničkih vozila u Republici Hrvatskoj	18
3.2 Održavanje vučnih vozila	21
3.3 Održavanje putničkih vagona	29
3.4 Održavanje teretnih vagona	34
4. MJESTA ODRŽAVANJA ŽELJEZNIČKIH VOZILA	38
4.1 Mjesta održavanja za vučna vozila	38
4.2 Remontne radionice i tvrtke za planski popravak vučnih vozila	42
4.3 Mjesta za održavanje vučenih vozila	44
5. PRIMJERI TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ZA ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA	48
5.1 Propisi o kvaliteti	49
6. ZAKLJUČAK	52
7. PRILOG	53
8. LITERATURA	54

POPIS SLIKA

Slika 1. "Ledeni brijeg" logističke potpore [3]	5
Slika 2. Intenzitet pojave neispravnosti ("krivulja kade") [3]	8
Slika 3. Podjela održavanja [4]	9
Slika 4. Provjera stanja vozila i opreme [4]	12
Slika 5. Prijenos podataka s vozila [4]	15
Slika 6. Standardne razine prema OSA-CBM konceptu [4]	17
Slika 7. Kolosiječna veza i raspored objekata	39
Slika 8. Izgled glavne hale [3]	41
Slika 9. Shematski prikaz remontne radionice [3]	42
Slika 10. Shematski prikaz poslovnog kolodvora [3]	45
Slika 11. Poprečni presjek radionice [3]	46

POPIS TABLICA

Tablica 1. Servisni pregledi dizelskih vučnih vozila [3]	25
Tablica 2. Servisni pregledi električnih vučnih vozila [3].....	26
Tablica 3. Vrste i redoslijed kontrolnih pregleda vučnih vozila [3]	27
Tablica 4. Mjerila za planski popravak vučnih vozila [3]	28
Tablica 5. Kontrolni pregledi putničkih vagona [3]	32
Tablica 6. Planski popravci putničkih vagona [3]	33

POPIS KRATICA

CBM - održavanje prema stanju (Condition Based Maintenance)

CMMS - računalni sustav održavanja (Computer Management Maintenance System)

ERA - europska željeznička organizacija (European Railway Agency)

GPRS - sustav za paketni prijenos podataka (General packet radio service)

GPS - sustav za pozicioniranje i navigaciju (Global positioning system)

GRT - gornja radna točka

GSM - standard za mobilnu telefoniju (Global System for Mobile Communications)

ISO - međunarodni standard kvalitete (International Organization for Standardization)

MP - mali popravak

RCM - pouzdano održavanje sustava (Reliability Centerd Maintenance)

REV - redoviti popravak teretnog vagona

RIC - pravilnik za uzajamnu upotrebu putničkih i prtljažnih kola u međunarodnom prometu

RID - prijevoz pošiljaka opasnih tvari vozilima hrvatskih željeznica (Regulations concerning the international carriage of dangerous goods)

SP - srednji popravak

TŽV - tvornica željezničkih vozila

UIC - međunarodna željeznička Unija (International union of Railways)

VP - veliki popravak

SAŽETAK

U ovom završnom radu predstavljeno je održavanje željezničkih vozila Hrvatskih željeznica. Opisano je preventivno održavanje vučnih i vučenih željezničkih vozila, mjesta odnosno radionice za održavanje, te prateća potrebna tehnička dokumentacija i standardi kojima treba biti udovoljeno. Dan je presjek održavanja potkrijepljen važećim i uspoređivan sa prijašnjim zakonima i regulativama o održavanju željezničkih vozila Hrvatskih željeznica. U prvom dijelu opisane su vrste, osnovna načela i troškovi održavanja željezničkih vozila kao i osvrt na moderne tehnologije održavanja.

U drugom dijelu dan je detaljan opis vrsta i ciklusa preventivnih pregleda i planskih popravaka za vučna vozila, putničke i teretne vagone sa naglaskom na obujam radova koji su propisani.

U trećem dijelu opisan je raspored radionica za održavanje željezničkih vozila i norme kojima treba biti udovoljeno te uštede koje su postignute centralizacijom radionica u novo napravljenom pogonu u Vukomercu te ukidanje radionica manjeg obujma rada i na mjestima koja neće biti frekventna nakon izgradnje nove nizinske pruge prema mađarskoj granici na relaciji Rijeka-Zagreb-Botovo.

UVOD

Održavanje željezničkih vozila je vrlo širok i odgovoran posao koji zahtjeva dobru organizaciju te jasno i strogo propisane odredbe koje se postavljaju u svrhu sigurnog prometovanja i eksploatacijske pouzdanosti. S obzirom da nije moguće odrediti univerzalan način i cikluse održavanja željezničkih vozila, potrebno je prilagoditi zahvate održavanja po veličini, raspoloživosti i starosti voznog parka. Održavanje zahtjeva znatna materijalna sredstva koja za godišnje potrebe Hrvatskih željeznica iznose oko 320.000.000 kn [4].

TŽV Gredelj je jedna od glavnih tvrtki "kćeri" koja se bavi održavanjem voznog parka Hrvatskih željeznica. Prije 2-3 godine dovršeno je preseljenje sa lokacije na Trnju na novo izgrađeno postrojenje na Vukomercu sa ciljem izgradnje modernijeg postrojenja koje će omogućiti bolje, brže i lakše održavanje. Uvođenjem novog Pravilnika o održavanju željezničkih vozila (2009. godina), bile su potrebne prilagodbe novim strožim pravilima o sigurnosti željezničkog prometa, koje je propisala Europska unija u cilju smanjivanja broja prometnih nesreća, kako bi se što više privuklo putnike za odabir željezničkog prijevoza. Hrvatske Željeznice su organizacijski podijeljene na nekoliko sektora radi lakšeg nadgledanja poslovanja i stvorenih gubitaka, a to su:

- HŽ Holding,
- HŽ Putnički prijevoz,
- HŽ Cargo,
- HŽ Infrastruktura,
- HŽ Vuča vlakova

1. OPĆENITO O ODRŽAVANJU ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Termin *održavanje* (*maintenance, instaldhaltung, manutenzione*) rabi se za opisivanje raznih zahvata koji podupiru osnovnu funkciju tehničkih i drugih sustava.[1] Održavanje željezničkih vozila je kombinacija tehničkih, administrativnih, financijskih i upravljačkih aktivnosti s ciljem zadržavanja ispravnog stanja vozila i njegove opreme ili vraćanja u stanje u kojem može izvršavati temeljnu zadaću.[2] Pod održavanjem se smatraju svi zahvati koji omogućuju rad vozila kao sustava i njegovih podsustava. Proces održavanja obuhvaća aktivnosti koje se provode sa zadaćom otklanjanja neispravnosti odnosno sprečavanja njihovog nastanka, a obilježavaju ga odnosi između pojedinih postupaka i vremena u kojima se navedeni postupci provode. Održavanje željezničkog vozila je skup unaprijed planiranih radova u sklopu redovitog održavanja kao i neplaniranih radova u sklopu izvanrednog održavanja vozila, koji se obavljaju na vozilu, njegovim podsustavima, sklopovima i dijelovima sa svrhom da tijekom korištenja željezničko vozilo udovoljava tehničkim uvjetima za sigurnost željezničkog prometa. Održavanje željezničkih vozila je stalan proces preventivnog karaktera kojem je svrha sigurno, pouzdano, ekonomično i ekološki prihvatljivo korištenje željezničkih vozila u javnom željezničkom prometu. Cilj održavanja jest osiguranje najveće raspoloživosti voznog parka uz najmanje troškove održavanja.

Održavanje željezničkih vozila može biti redovito i izvanredno.

U redovito održavanje spada:

- pranje, čišćenje i dezodoracija,
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova,
- servisni pregledi vučnih vozila,
- kontrolni pregledi,
- redoviti popravci.

U izvanredno održavanje spada:

- pranje i čišćenje teretnih vagona,
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova,
- izvanredni popravci zbog kvarova, istrošenosti i nasilnih oštećenja,
- izvanredni popravci nakon izvanrednog događaja.

Osnovna načela pri organizaciji održavanja željezničkih vozila jesu:

- pripremljena tehnička dokumentacija za održavanje vozila u obliku podesnom za neposrednu primjenu u radionicama i pogonima,
- unaprijed propisane vrste, opisi i rokovi održavanja,
- prilagodba opisa i rokova na temelju stalnog praćenja stanja vozila u prometu i pri obavljanju radova održavanja. Radovi na održavanju moraju biti prilagođeni stvarnim istrošenjima i oštećenjima dijelova i sklopova na vozilu,
- pridržavanje propisanih rokova i opsega radova za pojedine vrste redovitog održavanja,
- opseg poslova na održavanju i ugrađeni materijal moraju jamčiti za kvalitetu,
- optimiziranje radnog vremena i materijala za obavljanje radova na održavanju,
- pravodobno osiguravanje zamjenskih dijelova potrebnih za zamjenu istrošenih dijelova i određen broj zamjenskih sklopova radi mogućeg organiziranja popravka vozila po sustavu zamjene sklopova,
- ugradnja originalnih zamjenskih dijelova ili dijelova proizvedenih po originalnoj tehničkoj dokumentaciji odnosno dijelova za koje postoji odgovarajući certifikat kojim se potvrđuje podobnost za ugradnju na željezničko vozilo,
- postojanje specijaliziranih radionica za obavljanje popravaka određenih serija vozila ili pojedinih sklopova i uređaja,
- vođenje propisanih evidencija i njihovo čuvanje.

Održavanje željezničkih vozila direktno je povezano s korištenjem vozila u eksploataciji. Vijek trajanja u eksploataciji značajno ovisi o njegovom održavanju. Planirani vijek trajanja željezničkih vozila poprilično je dug, iznosi od 30 do 40 godina, a troškovi korištenja vozila (održavanje, pogonska energija, logistika i dr.) najčešće višestruko premašuju nabavnu vrijednost vozila. Kako bi se vozilo što duže zadržalo u ispravnom stanju odnosno djelovalo u što duljem vremenskom razdoblju neophodno ga je održavati. Ovo je posebno važno kod sustava kod kojih se često mogu pojavljivati kvarovi koji onemogućavaju ispravan rad sustava ali se odgovarajućim postupcima održavanja mogu otkloniti ili popraviti. Kod željezničkih vozila održavanje predstavlja neophodan i značajan dio u vijeku trajanja vozila, a obaveza održavanja sa sigurnog motrišta određena je odgovarajućim propisima i uputama (proizvođača vozila, internim pravilnicima i uputama željezničkog prometa, Međunarodne

željezničke unije, Europske agencije za željeznicu ili nadležnog ministarstva za željeznički promet). Održavanje vozila nije moguće promatrati odvojeno od ostalih faza vijeka trajanja vozila jer je, već prilikom konstrukcije vozila neophodno voditi računa o postupcima i načinima održavanja.

Kvalitetno održavanje željezničkih vozila značajno je prije svega zbog visokih sigurnosnih zahtjeva koji su propisani, ali i zbog očuvanja i produljenja vijeka trajanja korištenja vozila. Troškovi održavanja željezničkih vozila pod direktnim su nadzorom vlasnika vozila, željezničkog prijevoznika ili poduzeća za održavanje vozila. Program održavanja, kojim se određuju postupci održavanja pojedine vrste i serije željezničkog vozila sastavlja vlasnik vozila, a državna tijela pravilnicima definiraju kriterije i granične postavke održavanja pojedinih vrsta vozila. Vlasnik željezničkog vozila odgovoran je za sigurno prometovanje, izvršavanje obaveza prema javno objavljenom voznom redu i održavanje vozila u propisanom voznom stanju radi maksimalne sigurnosti sudionika u prometu.

Godišnji troškovi redovitog održavanja [4] (bez modernizacije vozila) voznog parka Hrvatskih željeznica iznose oko 320.000.000 kuna, pri čemu se za održavanje vučnih vozila utroši 200.000.000 kuna, putničke vagone 70.000.000 kuna i teretne vagone oko 50.000.000 kuna. Problemi u poslovanje Hrvatskim željeznicama jest činjenica da, unatoč izdvajanju golemih financijskih sredstava za održavanje vučnih vozila, dnevna raspoloživost dizelskih i električnih lokomotiva iznosi svega 70 %, a motornih vlakova oko 75%. Raspoloživost putničkih vagona iznosi 85%, a teretnih vagona oko 95%. Navedeni postotci raspoloživosti vučnih vozila i putničkih vagona uzrokuju svakodnevni nedostatak vozila za ispunjavanje obaveza iz voznog reda vožnje što dovodi do neurednosti u prometu. Problemi se operativno rješavaju otkazivanjem teretnih vlakova i preusmjeravanjem lokomotiva na vuču putničkih vlakova koji imaju prednost. Otkazani teretni vlakovi naknadno se prevoze u razdobljima slabijeg prometovanja, ali uz angažiranje dodatnog osoblja (prekovremeni i noćni rad, rad vikendima i praznicima) i vozila što uzrokuje nepravodobno obavljanje planiranih preventivnih aktivnosti održavanja [4].

Do stupanja na snagu novog Pravilnika o uvjetima održavanja željezničkih vozila koji je izdalo Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture krajem studenog 2009. Godine, Hrvatske su željeznice koristile vlastiti Pravilnik o održavanju željezničkih vozila, nastalog na temelju pravilnika Jugoslavenskih željeznica. Prema starim i prema novim pravilnicima održavanje željezničkih vozila i tehnologije održavanja sastoje se od izvanrednih popravaka (korektivno održavanje i redovitog održavanja (preventivno održavanje). Preventivno održavanje obavlja

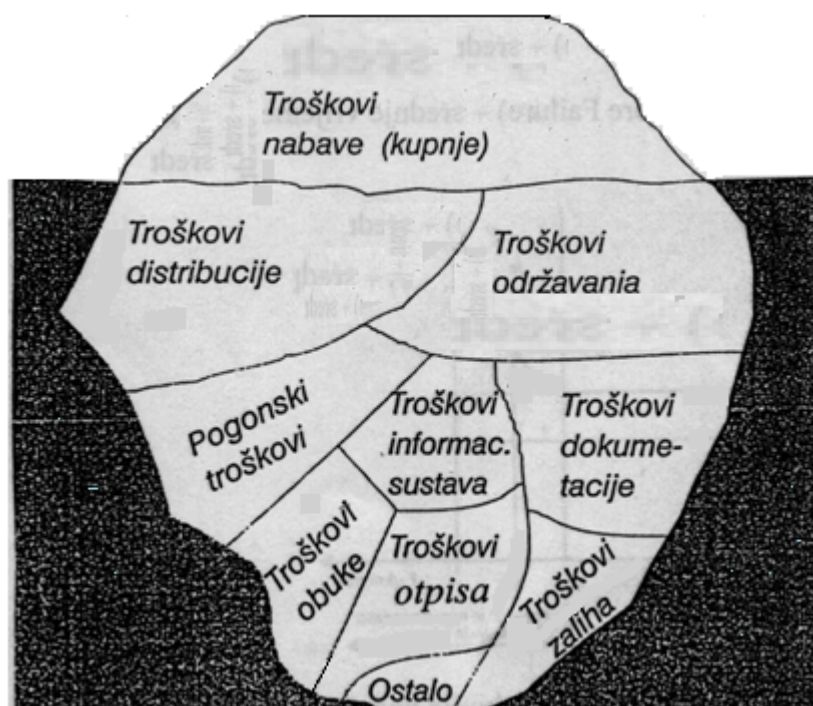
se prema planiranim i stalnim vremenskim intervalima ili prijeđenim kilometrima bez obzira na tehničko stanje pojedinih sklopova i dijelova. Pri izradi postojeće zakonske regulative nisu korištene znanstvene i stručne spoznaje o primjeni suvremenih tehnologija održavanja tehničkih sustava: održavanje prema stanju i predvidivo održavanje.

Proučavanje literature koje se bavi problematikom održavanja željezničkih vozila i konzultacijama sa stručnjacima zaključeno je da ne postoji univerzalni model odnosno strategija za održavanje željezničkih vozila. Željeznički prijevoznici i vlasnici vozila određuju model održavanja na temelju strukture vlastitog voznog parka, iskustva stečenog za vrijeme korištenja vozila i propisa koji su zapravo ti isti ljudi donijeli.

Kriteriji koje vlasnici željezničkih vozila ili željeznički prijevoznici zahtijevaju od voznog parka su: visoka razina pouzdanosti, sigurno prometovanje i laka popravljivost za vrijeme trajanja njihovog vijeka. Životni vijek sastoji se od vremena planiranja, vremena izrade, vijeka trajanja i vremena otpisa vozila. Vijek trajanja ili radni vijek vozila sastoji se od vremena eksploatacije i vremena održavanja. Planirani vijek trajanja željezničkih vozila iznosi 30 do 40 godina. Prilikom donošenja odluke o nabavi određene vrste i serije vozila ne promatraju se samo početni investicijski troškovi, nego i operativni troškovi i troškovi održavanja [4].

Pri nabavci vozila, poznati su samo troškovi kupnje, a velika su nepoznanica [3]:

- operativni troškovi, osoblje, oprema i infrastruktura, troškovi održavanja, servisiranja i opsluživanja;
- troškovi distribucije, transporta i rukovanja;
- troškovi izobrazbe osoblja;
- troškovi zaliha rezervnih dijelova i potrošnog materijala;
- pogonski troškovi i troškovi utrošene energije;
- troškovi dokumentacije;
- troškovi informatičke potpore (hardver i softver);
- troškovi otpisa.



Slika 1. "Ledeni brijeg" logističke potpore [3]

2. PREVENTIVNO ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Održavanje željezničkih vozila općenito ima preventivan značaj i ono je stalan proces koji mora osigurati sigurnu, pouzdanu i ekonomičnu eksploataciju voznog parka u javnom željezničkom prometu. Temelji se na izvođenju niza postupaka održavanja prema zadanom planu i rasporedu prije nego dođe do pojave kvara. Preventivno održavanje jest strategija održavanja vozila i opreme zasnovana na zamjeni, pregledu i popravku prema zadanim kriterijima, bez obzira na njihovo stanje. Planiranje preventivnog održavanja kod željezničkih vozila zasnovano je na sljedećim kriterijima:

- kalendarsko vrijeme,
- prijeđeni broj kilometara,
- utrošena količina goriva,
- sati rada pogonskog agregata

Preventivno održavanje sačinjavaju:

- planski popravci,
- preventivni pregledi,
- otkrivanje i otklanjanje slabih mjesta,
- plansko podmazivanje i
- održavanje po stanju.

Zaposlenici na održavanju vozila obavljaju niz cikličkih zahvata u suradnji sa željezničkim prijevoznicima kako bi određeno vozilo bilo stavljeno izvan prometa zbog obavljanja preventivnog održavanja. Osim smanjene raspoloživosti voznog parka, preventivni pristup održavanja iziskuje znatna materijalna sredstva. Izračun troškova preventivnog održavanja je jednostavan, jer se temelji na periodičkom planu, koji navodi i opisuje pojedinačno održavanje koje je potrebno provesti na određenom vozilu:

- mjesečni pregled,
- tromjesečni pregled,
- godišnji pregled,
- mali popravak svakih 4 - 6 godina,
- srednji popravak svakih 8 - 12 godina.
- veliki popravak svakih 12 - 18 godina.

Viši intervali održavanja obuhvaćaju aktivnosti koje se provode na nižim intervalima. Godišnje održavanje obuhvaća sve što se obavlja na mjesečnoj ili tromjesečnoj bazi, a godišnje aktivnosti su one koje je stvarno potrebno provesti samo jednom godišnje. Ukoliko određeni dio ili sklop treba biti pregledan svakih 6 godina i zamijenjen novim poslije 12 godina, tada nije primjereno aktivnosti koje se obavljaju prilikom 6-godišnjeg pregleda uključivati u proračun troškova radova na 12-godišnjem redovitom održavanju. Pri izradi troškova preventivnog održavanja određene su pojedinačne aktivnosti i potrebna vremena, njihova učestalost, te neophodni rezervni dijelovi i potrošni materijal. Jednom kad se u potpunosti odrede svi intervali i potrebne aktivnosti, cjelokupni sustav optimizira i uklone dvostruke aktivnosti održavanja, jednostavno je proračunati koliko često se pojedini interval pojavljuje tijekom vijeka trajanja vozila.

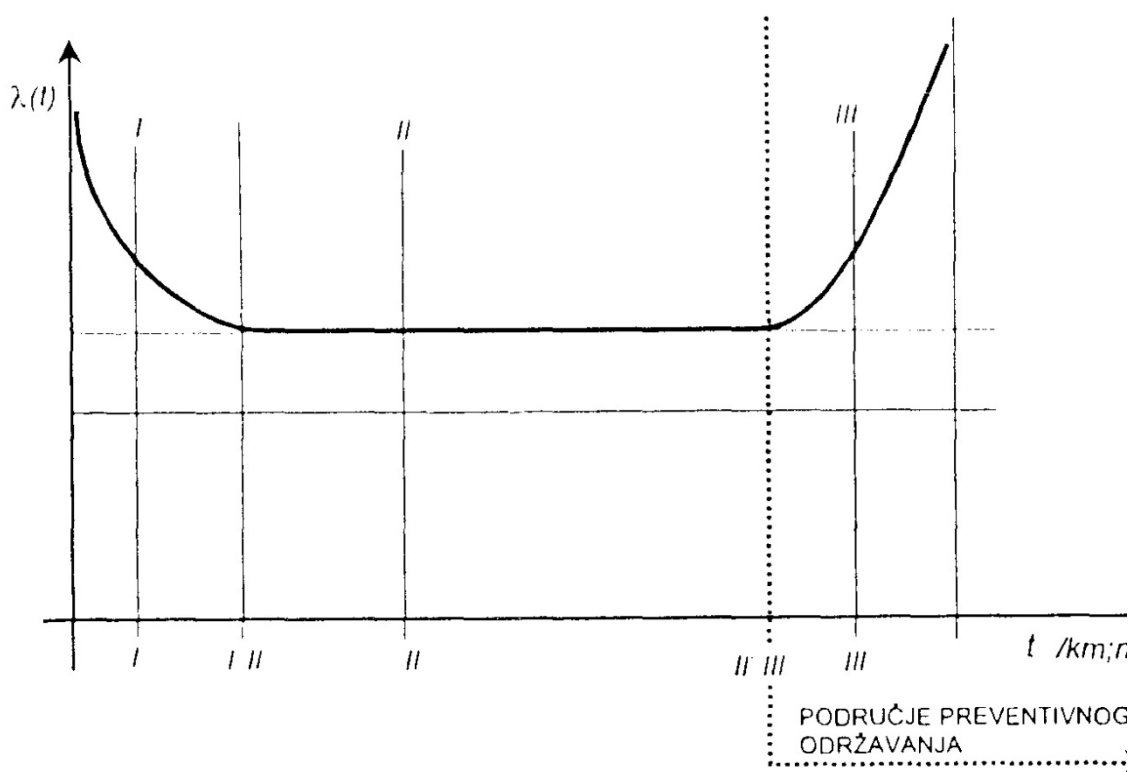
Prema navedenome, preventivno održavanje može se podijeliti u dvije kategorije:

1. preventivno održavanje manjeg obujma - temeljno održavanje gdje se provode najvažnija servisiranja opreme (podmazivanje, čišćenje, podešavanja itd.) koja su važna za osiguranje kvalitetnog rada vozila i opreme. Ove aktivnosti obavljaju se jednostavnim alatom i uređajima u odgovarajućim vremenima održavanja. Problemi nastaju s povećanjem broja vozila, uređaja ili sklopova koje treba preventivno održavati, a ne postoji programirani raspored i nadzor radnih zadataka. Rješenje je u primjeni programa preventivnog održavanja manjeg obujma koji omogućuje pravodobno upućivanje vozila i opreme na preventivno održavanje, čime se poboljšava proizvodnost i učinkovitost cjelokupnog sustava. Navedenim programom ispunjavaju se minimalni zahtjevi za neprekidnim radom, ali se omogućava predviđanje nastanka potencijalnih budućih kvarova. Kod željezničkih se vozila preventivno održavanje manjeg obujma obavlja izvan radnog vremena vozila ukoliko to omogućuje plan rada vozila, odnosno vozni red, bez povlačenja vozila iz prometa.

2. preventivno održavanje većeg obujma - ne uključuje samo preventivno održavanje manjeg obujma već upućuje na potencijalne neispravnosti. Pri ovoj vrsti održavanja planira se ostanak vozila izvan prometa sve dok se ne obave planirane zadaće. Dijelovi kao što su ležajevi, osovine, vratila, senzori, prijenosnici i mjenjači, ventili, cjevovodi i dr, zamjenjuju se uslijed očekivanja potencijalnog kvara u bliskoj budućnosti, a prema vremenskim intervalima i kriterijima za preventivno održavanje željezničkih vozila. Vremenski čimbenik najčešće se iskustveno određuje, a u stvarnosti je statističke prirode. Ovom metodom održavanja moguća je zamjena komponenti koja su još uvijek u zadovoljavajućem stanju, ali postoji potencijalni

rizik uslijed neodgovarajućeg održavanja. U konačnici, rezultat ponekad može biti samo povećani troškovi koji vlasniku vozila ili prijevozniku neće donijeti stvarnu korist. Međutim, preventivno održavanje manjeg i većeg obujma presudni su za osiguranje pouzdanosti sustava i najčešće je u uporabi [4].

Prednosti preventivnog održavanja ogledaju se u tome što se sa određenom sigurnošću može jamčiti zahtijevana razina funkcioniranja pojedinih komponenti vozila. Preventivno održavanje ima smisla samo u slučajevima kad intenzitet kvarova raste u ovisnosti o vremenu rada, u suprotnom mogu se očekivati štete veće od koristi.[3]



Slika 2. Intenzitet pojave neispravnosti ("krivulja kade") [3]

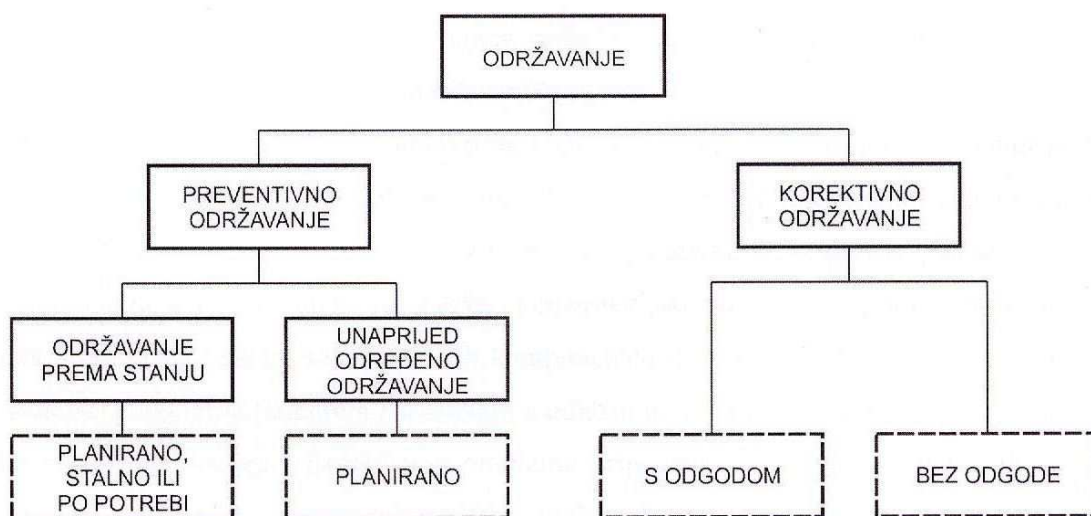
Osim klasičnog planiranog preventivnog održavanja, koje se provodi u nepromijenjenim vremenskim intervalima ili na temelju prijedanih kilometara, postoje suvremeni pristupi s ciljem optimiziranja održavanja:

- uravnoteženo održavanje,
- održavanje prema stanju (Condition Based Maintenance - CBM)
- pouzdanosti usmjereno održavanje (Reliability Centerd Maintenance - RCM)

Uravnoteženo održavanje određuje podjelu potrebnog vremena za određenu aktivnost održavanja na manje dijelove, a obavlja se u vremenima smanjene prometne potražnje u cjelokupnom željezničkom sustavu. Primjenom navedenog modela raspoloživost vozila može rasti.

Održavanje prema stanju (CBM) određuje provođenje aktivnosti održanja isključivo prema kriteriju istrošenosti (kotača, ležajeva itd.) ili stanja određenog dijela odnosno sklopa. Preventivno održavanje bit će mnogo ekonomičnije korištenjem ovog modela, a u budućnosti se očekuje znatno veća primjena održavanja po stanju u strategiji održavanja željezničkih vozila.

Pouzdanosti usmjereno održavanje (RCM) jest model za dostizanje optimiziranog i ekonomičnog sustava održavanja provođenjem cost/benefit kompromisnih analiza (npr. trošak aktivnosti održavanja u odnosu na trošak kvara koji utječe na funkcionalnost bez navedene aktivnosti). Pouzdanosti usmjerenosti održavanje uključuje financijsku neispravnost, kritičku analizu potencijalnih kvarova i posljedica te "drvo odluka" koje uzima u obzir relativnu važnost odabranih faktora kao što su sigurnost, raspoloživost, trošak preventivnog održavanja u usporedbi s korektivnim održavanjem i učinkovitost održavanja po stanju. Kao rezultat, model preporuča modifikaciju ili rekonstrukciju odnosno korektivno ili preventivno održavanje (održavanje prema stanju ili planirano preventivno održavanje, slika 3). Navedeni pristup razvio se kod održavanja zrakoplova, nuklearnih elektrana, kemijskih postrojenja i drugih sustava visokog rizika.



Slika 3. Podjela održavanja [4]

Održavanje prema stanju

Strategija utemeljena isključivo na preventivnom i korektivnom održavanju najčešće rezultira gubicima produktivnosti zbog održavanja, iako komponente ili sklopovi vozila još uvijek rade na zadovoljavajućoj razini. Zbog toga se nameće potreba za izmjenama programa održavanja utemeljenog na stalnim vremenskim intervalima, prijeđenim kilometrima ili primjenom metode korištenja od trenutka kvara. Preventivno održavanje s nepromijenjenim intervalima najčešće se provodi prema proizvođačkim ili iskustvima prijevoznika u cilju sprečavanja kvara komponenti, podsustava ili sustava. Održavanje se obavlja popravcima, servisiranjem ili zamjenom rezervnih dijelova prema unaprijed postavljenim kriterijima. Primjenom metode korištenja vozila ili opreme do pojave kvara, sustav radi do otkazivanja ili se uočena pogreška ne otklanja sve do odlaska vozila na održavanje.

Golemi troškovi održavanja željezničkih vozila i opreme razlog su za uvođenje učinkovitijeg održavanja. Nekoliko je predložaka, modela i metoda kako to učiniti, a jedna je održavanje prema stanju. Predvidivo održavanje ili održavanje prema stanju razlikuje se od preventivnog održavanja u aktivnostima koje je potrebno obaviti na temelju stvarnog stanja dijelova ili sustava u odnosu na unaprijed planirano, a provodi se s dinamičkim planom rada. Uz pretpostavku dostizanja gotovo idealne razine preventivnog održavanja, njegovi troškovi još uvijek sudjeluju sa značajnim udjelom u ukupnim operativnim troškovima i ostavljaju prostor za moguća unaprjeđenja i uštede. U suvremenim tržišnim uvjetima sve važnije je predvidjeti i spriječiti kvarove na temelju trenutnog i prijašnjeg ponašanja vozila i opreme, jer se na taj način provodi održavanje samo kad je to stvarno neophodno. Planirana razina produktivnosti može se ostvariti povećanjem raspoloživosti voznog parka, a raspoloživost će rasti kao posljedica korištenja učinkovitih strategija i metoda održavanja.

Održavanje prema stanju jest "upravo na vrijeme" strategija održavanja i sastavni je dio preventivnog održavanja. Može se opisati kao proces koji zahtjeva tehnologije i ljudske vještine, a istovremeno koristi sve raspoložive dijagnostičke i operativne podatke, arhivu prijašnjih održavanja, korisničke zabilješke i konstrukcijske podatke za stvaranje pravodobnih odluka o potrebama održavanju pojedinih komponenata ili sklopova. Analiziraju se trendovi izmjerenih fizikalnih parametara u odnosu na zadana konstruktivna ograničenja u svrhu otkrivanja, analize i ispravljanja prije pojave kvara. Novi plan održavanja izrađuje se na temelju prognoziranih rezultata dobivenih praćenjem stanja. Kvarovi, oštećenja i neispravnosti posljedice su trošenja tijekom eksploatacije, ali nagovještaj kvara pojavljuje se znatno ranije. Za primjenu metode održavanja prema stanju potrebo je razviti odgovarajuće

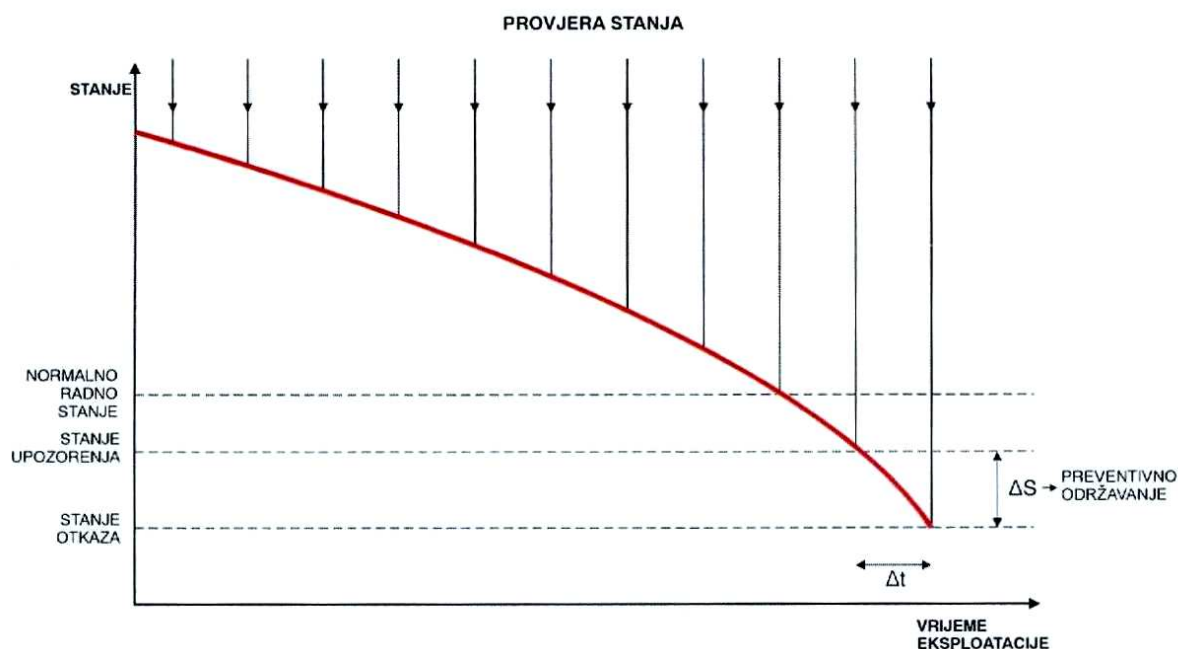
metode, postupke i opremu za mjerenje parametara radnog sustava koji ukazuje na pojavu odstupanja od normalnog rada, te očekivane pojave kvara ili neispravnosti. Tehnička dijagnostika omogućuje utvrđivanje stanja radnog sustava u određenom trenutku, a na temelju dijagnostičkih podataka i praćenja stanja prevenira se nastanak kvara ili se omogućuje brzo lociranje i identifikacija kvara nakon nastanka. Održavanje prema stanju je dijagnostički proces kojim se određuje stanje dijelova tehničkog sustava koje je moguće mjeriti i čije se ponašanje može nadzirati praćenjem pojedinih parametara. Prilikom uvođenja metode održavanja prema stanju, znatni su početni troškovi: softvera i hardvera, osoblja, alata i uređenja, te neophodne obuke za uspostavljanje programa održavanja. Očekivani rezultat bit će: veća raspoloživost i pouzdanost vozila i opreme, dobivanje informacija za kvalitetnije planiranje održavanja, smanjenje broja neočekivanih kvarova i nižih operativnih troškova [4].

Model održavanja prema stanju sastoji se od:

- usporedbe svih informacija;
- analize informacija o pogoršavanju stanja vozila i opreme;
- određivanja korektivnih aktivnosti;
- korištenje algoritama predviđanja;
- određivanje vremena poduzimanja korektivnih aktivnosti;
- određivanja aktivnosti na temelju povratnih informacija iz arhive prethodnih održavanja i/ili izvorne analize kvarova;
- proaktivnog djelovanja.

Održavanje prema stanju jest tehnologija koja nastoji identificirati početne neispravnosti prije nego li one postanu kritične, što omogućuje znatno preciznije planiranje preventivnog održavanja. Navedena tehnologija može se definirati kao aktivnost održavanja utemeljena na stvarnom stanju, izmjerenom neinvazivnim ispitivanjima prilikom nekorištenja ili za vrijeme prometovanja vozila ili opreme, dobiveno putem ugrađenih senzora i/ili vanjskim ispitivanjima odnosno mjerenjima obavljenim prijenosom mjerne opreme. Predvidivo održavanje jest sredstvo za poboljšanje produktivnosti, kvalitete održavanja i ukupne učinkovitosti sustava održavanja. Praćenje vibracija, termičko snimanje, analiza maziva ili bilo koja druga nerazorna metoda ispitivanja alati su preventivnog održavanja. Održavanje prema stanju jest pristup korištenju vozila i opreme prema stvarnom eksploatacijskom stanju sustava s ciljem optimizacije djelovanja. Sveobuhvatan program upravljanja predvidivim održavanjem koristi kombinaciju troškovno najučinkovitijih alata (termičkog snimanja,

praćenja vibracija, tribologije i druge nerazorne ispitne metode) za dobivanje stvarnog eksploatacijskog stanja kritičkih parametara sustava, te na temelju dobivenih podataka planiranja neophodnih aktivnosti održavanja. Uvođenjem održavanja prema stanju, cjelokupan program održavanja omogućuje optimizaciju raspoloživosti voznog parka i značajno smanjenje troškova održavanja. Zadaća sustava održavanja u prijevoznim tvrtkama jest briga o tehničkoj ispravnosti i sigurnosti vozila i opreme s ciljem osiguranja produktivnosti, poboljšanja kvalitete i profitabilnosti. Tvrtka bez ili s lošom organizacijom sustava održavanja gube velika sredstva uslijed smanjene produktivnosti, troškova zaliha rezervnih dijelova, smanjenje kvalitete održavanja, šteta zbog ne isporuke ili zakašnjele isporuke dijelova ili vozila itd.



Slika 4. Provjera stanja vozila i opreme [4]

Održavanjem prema stanju određuje se stanje vozila ili pojedinih sklopova te procjenjuje potreba za održavanjem na temelju izmjerenih rezultata (slika 4). Mjerenjem vibracija, analizom ulja, mjerenjem štetnih struja ili napona, zagrijanosti osovinskih ležajeva ili kočne opreme, izmjerom vijenaca kotača ili stanjem njegove kotrljajuće površine može se, prije nego li sklopovi postanu funkcionalno neispravni, zaustaviti proces degradacije i obaviti održavanje. Predvidivo održanje omogućuje znatno dinamičnije intervale održavanja koji rezultiraju produljenjem intervala. S kvalitetno pripremljenim i primijenjenim sustavom održavanja prema stanju, može se uštedjeti 10- 20 % troškova smanjenjem zaliha rezervnih

dijelova, smanjenim gubicima u održavanju i kvaliteti rada.

Prijedlog uvođenja suvremene tehnologije održavanja sastoji se u odmicanju od postojećeg pristupa otkrivanja i određivanje opsega neispravnosti prema pristupu usmjerenom k otkrivanju, određivanju obujma i predviđanju pogoršanja stanja rada vozila ili opreme. Pogoršanje stanja jest predznak nastanka kvara u sustavu, tako da se može predvidjeti neočekivani rad sustava prije nego li se kvar stvarno dogodi. Program sveobuhvatnog predvidivog održavanja dodatno mogu poboljšati podaci o realnom eksploatacijskom stanju kritičnih sklopova, uključujući njihovu učinkovitost kao i stvarno stanje mehaničkih i elektroničkih dijelova svakog željezničkog vozila, te radnu učinkovitost svakog procesa u sustavu. Umjesto oslanjanja na statistike prosječnog vijeka trajanja ili prosječnog vremena do nastanka kvara za planiranje aktivnosti održavanja, održavanje prema stanju koristi izravno praćenje stanja dijelova, učinkovitosti sustava i drugih pokazatelja za utvrđivanje stvarnog prosječnog vremena do kvara ili smanjenja učinkovitosti za svako vozilo. Dobiveni podaci omogućuju stvaranje potrebnih preduvjeta za učinkovito planiranje i izradu vremenskog plana aktivnosti na održavanju.

Upotrebom tehničke dijagnostike omogućava se praćenje najvažnijih parametara, a različite metode umjetne inteligencije omogućuju analizu izmjerenih podataka. Kod željezničkih vozila nije moguće pratiti mogućnost nastanka neispravnosti svake komponente u svakom trenutku, te nije učinkovito pratiti svaku situaciju, jer su uštede zanemarive. Potrebno je suziti praćenje mogućnosti nastanka kvarova na nekoliko slučajeva, a kriteriji za odabir moraju biti: učestalost kvarova, kritični sigurnosni razlozi (operativni i ljudski), te aktivnosti povezane s troškovima održavanja (kvarovi koji zahtijevaju velike troškove popravka). Drugi cilj uvođenja sustava održavanja prema stanju su uštede uslijed povećane raspoloživosti vozila i voznog parka, te učinkovitije obavljanje preventivnog održavanja. Prilikom donošenja odluka o komponentama koje će se nadzirati, potrebno je, također, odrediti kritične funkcije i aktivnosti održavanja koje nisu učinkovite.

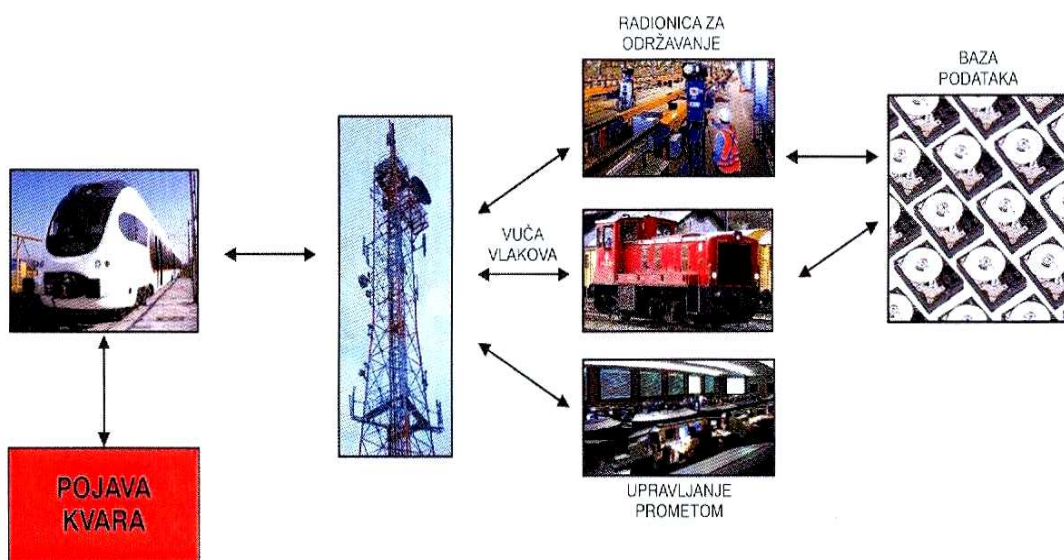
Sljedeće komponente i funkcije vozila trebale bi imati prednost prilikom uvođenja praćenja, nadzora i provjere stanja:

- okretna postolja,
- kočnice,
- pogonski rotirajući dijelovi,
- ležajevi osovinskih sklopova,
- uređaji vrata na putničkim vozilima,

- otvaranje plosnatih mjesta na kotačima,
- mjerenje štetnih struja i napona,
- izolacija i kontakti visoko i niskonaponske opreme,
- stanje i sadržaj maziva,
- ispušni plinovi
- filteri i sustavi za rashladnu tekućinu, hidrauliku i stlačeni zrak

Prije primjene metode održavanja prema stanju na željezničkim vozilima, potrebno je ispuniti niz preduvjeta jer se za razliku od industrijskih postrojenja, pojava neispravnosti i održavanje povezuju s kretanjem vozila, odnosno njegovim položajem na pruzi. U industriji se analize i dijagnostika obavljaju na stabilnim sustavima korištenjem podataka dobivenih u stvarnom vremenu, dok se kod željezničkih vozila podaci šalju u radionice za održavanje (slika 5). Postoji nekoliko rješenja i izvedbi, a jedna od mogućnosti jest provođenje analize i dijagnostike na vozilu, te slanje pročišćenih informacija s vozila u pogon za održavanje. Druga mogućnost je prikupljanje podataka o vozilu u stvarnom vremenu, uz njegovu analizu i dijagnostiku u radionici za održavanje. Navedeni pristup podrazumijeva prijenos velike količine informacija u središnju bazu podataka koji se može obaviti korištenjem GSM i GPRS tehnologije, odnosno bežičnim putem u kolodvorima (bluetooth-om, infracrvenim zrakama itd.). Za praćenje stanja željezničkih vozila neophodna je uporaba tehničke dijagnostike, ali je od izuzetne važnosti primjena kontrolnog, nadzornog i komunikacijskog sustava uporabom GPS, GSM, GPRS tehnologije. Senzori prikupljaju podatke s određenih komponenti, podsustava i sustava čije se stanje i rad nadziru, dok kontrolni i komunikacijski sustav obrađuju i prosljeđuju podatke u nadređena središta za eksploataciju i održavanje. GPS daje točan položaj vozila na pruzi što omogućuje povezivanje neispravnosti s položajem na pruzi. Na taj je način omogućeno prepoznavanje simptoma neispravnosti koji su povezani sa vanjskim čimbenicima ili utjecajima. Suvremeni mikrosustavi omogućuju prijenos pročišćenih digitalnih signala izravno sa senzora, a s razvojem tehnologije biti će moguće senzore ugraditi i u opremu za nadziranje stanja što će rezultirati smanjenjem puteva komunikacije između različitih razina. Iz praktičnih i financijskih razloga, komunikacija između senzora i modula prikupljača podataka treba biti izvedena bežičnim putem, a zbog podešavanja i ugađanja neophodan je dvosmjerni komunikacijski sustav. Bez obzira na lokaciju analiziranja izmjerenih podataka (u vozilu i pogonu za održavanje) neophodno je poznavanje naprednih analitičkih metoda. Za obradu svih informacija dobivenih praćenjem

stanja komponenti, podsustava ili sustava, potreban je računalni program sposoban obraditi složene nelinearne relacije i tendencije odstupanja koje se javljaju pri radu vozila ili opreme. Metode umjetne inteligencije (neuronske mreže, neizrazita logika, ekspertni sustavi, genski algoritmi) suvremeni su alati koje je moguće primjenjivati. Izbor metode za dijagnosticiranje stanja i predviđanje preostalog vremena eksploatacije ili vijeka trajanja ovisi o tome što se provjerava i prati, odnosno kako se nadziranje obavlja. Za predviđanje preostalog vremena eksploatacije ili vijeka trajanja potrebno je uzeti u obzir algoritme, arhive podataka, nedostatke i popravke, modele informacija, te podatke o rezervnim dijelovima [4].



Slika 5. Prijenos podataka s vozila [4]

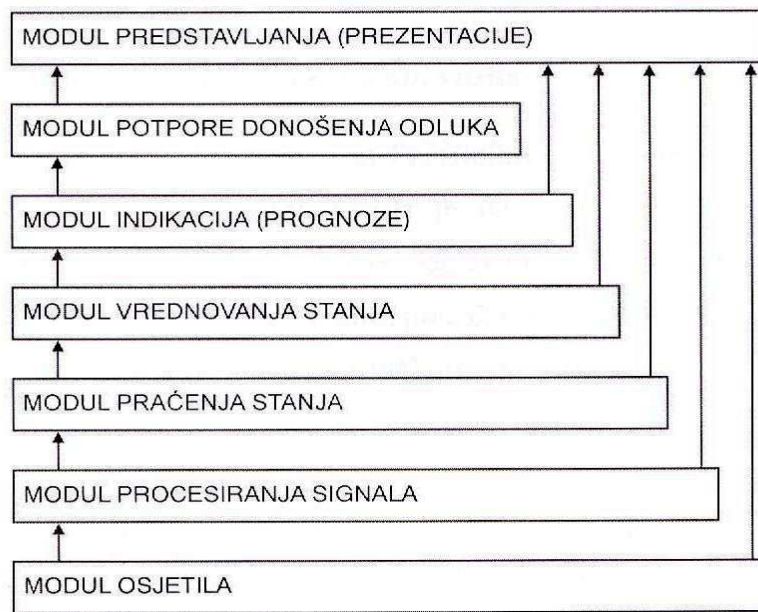
Prilikom napuštanja koncepta planiranja održavanja zasnovan na stalnim vremenskim razdobljima, prijeđenim kilometrima, utrošenom gorivu ili satima rada motora, prema planiranju održavanja prema stanju mogući su mnogi problemi. Planiranje održavanja mijenja se od statičkih u dinamičke intervale, a postojeća duljina vremenskih intervala određena je prilikom konstruiranja vozila. Primjenom održavanja prema stanju, duljina i učestalost intervala nije stalna, već se mijenja s vremenom na vrijeme. Planeri održavanja morat će se sve više oslanjati na sustave računalnog vođenja održavanja (Computer Management Maintenance System - CMMS) koji automatski uzimaju u obzir vozne redove, rezervne dijelove, rasporede održavanja, radne naloge i drugo.

Za kvalitetnu primjenu metode održavanja prema stanju neophodan je automatski sustav za praćenje stanja vozila ili pojedinih skupova, sustav koji u stvarnom vremenu može upozoriti na početne neispravnosti. Automatski sustav nadziranja stanja vozila ili opreme omogućuje kvalitetnije i brže informacije, što će u konačnici rezultirati smanjenjem troškova u vijeku trajanja, povećati raspoloživost vozila i smanjiti aktivnosti na održavanju te, njihove troškove. Automatski sustav mora ispuniti sljedeće zahtjeve:

- primjena u stvarnom vremenu,
- visoku pouzdanost rada,
- upozorenje u ranom stupnju prije nastanka neispravnosti,
- klasifikaciju upozorenja,
- upozorenja moraju biti lako razumljiva,
- sustav mora biti povezan s nadređenim računalom,
- pri kvarovima opasnim za ljude i opremu, potrebno je osigurati automatski završetak rada.

Za ostvarenje takvog sustava definira se sedam razina kao prijedlozi u arhitekturi sustava održavanja po stanju (slika 6):

- moduli osjetila,
- procesiranje signala,
- praćenje stanja,
- vrednovanje stanja,
- indikacija (prognoza, nagovještaj),
- potpora odlukama (rješenjima),
- prezentacija (predstavljanje, sučelje prema čovjeku).



Slika 6. Standardne razine prema OSA-CBM konceptu [4]

Podaci prikupljeni praćenjem stanja koriste se na jedan od slijedećih načina za održavanje stanja opreme te kao identifikacija prethodnice kvaru [4]:

- analiza tendencija - pregledavanje podataka kako bi se utvrdilo je li vozilo ili sklop u jednoznačnoj i izravnoj "silaznoj putanji" prema kvaru. S ciljem određivanja tendencija ponašanja preporuča se praćenje i provjera najmanje tri točke prije pojave kvara. Podaci na temelju tri radne točke omogućuju određivanje da li se stanje opreme linearno gubi vrijednost.
- prepoznavanje uzorka - pregled podataka i izvođenje slučajnog ili jednostavnog odnosa između određenog slučaja i kvara na vozilu ili sklopu.
- ispitivanja izvan graničnih vrijednosti i izvan područja rada - namještanje ograničenja na alarmima (na temelju iskustva) i promatranje da li se ona premašuju.
- statistička analiza procesa - ukoliko postoje arhivirani podaci o kvarovima na određenom vozilu ili sklopu, usporedba prikupljenih podataka o kvarovima s arhiviranim podacima i tvornički zadanim vrijednostima.

3. PREVENTIVNI PREGLEDI I PLANSKI POPRAVCI ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Zakonska regulativa održavanja željezničkih vozila u Republici Hrvatskoj

U dosadašnjem Pravilniku 241 i u novom Pravilniku o uvjetima održavanja željezničkih vozila, podjela održavanja željezničkih vozila je na redovito i izvanredno održavanje¹. Također, u oba pravilnika navodi se kako je održavanje željezničkih vozila stalan proces preventivnog karaktera kojem je svrha sigurno, pouzdano, ekonomično i ekološki prihvatljivo korištenje željezničkih vozila u javnom željezničkom prometu.

U redovito održavanje, prema navedenim pravilnicima, spadaju:

- pranje, čišćenje i dezodoracija,
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova,
- servisni pregledi vučnih vozila,
- kontrolni pregledi i
- redoviti popravci

¹ Do studenog 2009. godine vozila Hrvatskih željeznica održavala su se na temelju Pravilnika 241 - Pravilnik o održavanju željezničkih vozila [8] i Upute 241-1 (Uputa za kontrolne preglede i redovite popravke željezničkih vozila) [7] koje su izdale Hrvatske željeznice uz suglasnost Ministarstva mora, prometa i infrastrukture. Uslijed liberalizacije i europeizacije željezničkog prometa na mreži pruga u Republici Hrvatskoj, odnosno slobodnog pristupa drugih željezničkih operatera na mrežnu prugu, Ministarstvo mora, prometa i infrastrukture donijelo je Pravilnik o uvjetima održavanja željezničkih vozila (Narodne novine 141/09) [2] koji je obvezujući za sve postojeće i buduće prijevoznike na željezničkim prugama Republike Hrvatske . Osim državnih propisa, u međunarodnom prometu potrebno se je pridržavati propisa Međunarodne željezničke unije (UIC). a na području Europske unije, Direktive o sigurnosti željezničkog prometa i Direktive o interoperabilnosti željezničkog sustava unutar Europske unije, koje je donijela Europska agencija za željeznicu (ERA) [6].

Izvanredni popravci definirani su kao:

- pranje i čišćenje teretnih vagona,
- dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija putničkih vagona i motornih vlakova,
- izvanredni popravci zbog kvarova, istrošenosti i nasilnih oštećenja,
- izvanredni popravci nakon izvanrednog događaja.

U Pravilniku 241 navodi se stalni nadzor nad vučnim vozilima koji obavlja osoblje vučnih vozila, a koje ne pripada u radove održavanja, ali ima izravnu vezu i utjecaj na stanje vozila. Stalni nadzor nad vučnim vozilima obavlja se: kod pripreme vozila za rad, tijekom rada vozila, te po završetku rada vozila. Kod pripreme vozila za rad vučno vozilo podvrgava se pregledu koji obavlja osoblje vučnog vozila prigodom njegovog preuzimanja, a obuhvaća: vizualnu kontrolu stanja dijelova, sklopova, uređaja i opreme na vozilu; kontrolu opskrbljenosti vozila pogonskim i potrošnim materijalom; kontrolu razine rashladne tekućine i ulja za podmazivanje u pojedinim uređajima i instalacijama; puštanje u rad i zagrijavanje uređaja na vozilu i kontrolu ispravnosti rada uređaja na vozilu. Za vrijeme rada vozila osoblje vučnog vozila mora pratiti ispravnost rada svih sklopova i uređaja na vozilu, a na mjestima duljeg zadržavanja obavlja detaljnije vizualne preglede stanja instalacija, dijelova, sklopova, uređaja i opreme na vozilu. Uočene kvarove osoblje je dužno je pokušati otkloniti ako je to u njihovoj mogućnosti. Po završetku rada vozilo se namiruju pogonskim i potrošnim materijalom (gorivo, mazivo, rashladna tekućina i pijesak) i podvrgava vizualnom pregledu stanja instalacija, dijelova, sklopova, uređaja i opreme.

U Pravilniku o uvjetima održavanja željezničkih vozila iz 2009. godine stalni nadzor vozila smatra se sastavnim dijelom radnog procesa strojnog osoblja.

Održavanje željezničkih vozila ima pravo obavljati održavatelj (pravna ili fizička osoba) koja posjeduje propisano ovlaštenje za obavljanje djelatnosti održavanja željezničkih vozila.

Redoslijed kontrolnih pregleda i redovitih popravaka utvrđuje posjednik vozila na temelju tehničke dokumentacije proizvođača željezničkog vozila, odnosno proizvođača sklopova i dijelova ugrađenih na vozilo te na temelju iskustava stečenih prethodnim korištenjem istovrsnih ili sličnih željezničkih vozila o uporabnoj ispravnosti dijelova i sklopova, u ovisnosti o prijednom putu ili proteklom vremenu korištenje. Mjerila za redovito održavanje željezničkih vozila su:

- kalendarsko vrijeme korištenje vozila,
- prijedeni kilometri

- potrošeno dizelsko gorivo ili broj sati rada dizel motora (rokovi po ovim kriterijima ne mogu biti duži od rokova predviđenih za kalendarsko vrijeme korištenja vozila ili prijeđenih kilometara).

Rok između dvaju redovitih popravaka za svaku seriju željezničkih vozila određuje se na način da većina vozila određene serije može biti raspoloživa za korištenje u prometu do sljedećeg redovitog popravka. Tehničke opise redovitog održavanja za pojedine vrste i serije vozila posjednik mora izraditi sukladno uputama i tehničkoj dokumentaciji proizvođača vozila, sklopova i uređaja.

Osnovna načela pri organizaciji održavanja željezničkih vozila:

- pripremiti tehničku dokumentaciju za održavanje u obliku prikladnom za neposrednu primjenu u radionicama i pogonima,
- unaprijed propisati vrste, tehničke opise i rokove održavanja,
- prilagoditi tehničke opise i rokove na temelju stalnog praćenja vozila u prometu i pri obavljanju radova održavanja
- pridržavati se propisanih rokova i opsega radova za pojedine vrste redovitog održavanja,
- opseg poslova na održavanju i ugrađeni materijali moraju jamčiti kvalitetu,
- optimizirati radno vrijeme i materijal za obavljanje radova na održavanju,
- pravodobno osigurati zamjenske dijelove potrebne za zamjenu istrošenih dijelova i određen broj zamjenskih sklopova zbog mogućeg organiziranja vozila po sustavu zamjene sklopova (agregatna metoda održavanja),
- uređivati originalne zamjenske dijelove ili dijelove proizvedene po originalnoj tehničkoj dokumentaciji odnosno dijelove za koje postoji odgovarajuća potvrda kojom se potvrđuje podobnost za ugradnju na željezničko vozilo,
- utvrditi postojanje specijaliziranih radionica za obavljanje popravaka određenih serija vozila ili pojedinih sklopova i uređaja,
- voditi propisane evidencije i organizirati njihovo čuvanje.

Za svaku vrstu kontrolnih pregleda i redovitih pregleda i redovitih popravaka određene serije željezničkih vozila utvrđuje se opseg obaveznih radova kojima se postiže pogonska pouzdanost i raspoloživost, te omogućuje njihovo sigurno korištenje u prometu. Redovito održavanje obavlja se prema utvrđenom tehničkom opisu radova za određenu vrstu

održavanja, sukladno tehničkim uvjetima i uputama za održavanje vozila, pojedinih sklopova, uređaja i opreme na određenom vozilu.

Održavanje vučnih vozila

Održavanje vučnih vozila obuhvaća:

- stalan nadzor,
- pranje i čišćenje,
- servisni pregled,
- kontrolni pregled,
- redovit popravak,
- izvanredno održavanje.

Stalan nadzor

Stalan nadzor vučnog vozila obavlja strojno osoblje koje zaposjeda vučno vozilo ili na drugi način skrbi o vučnom vozilu, a u skladu s uputama za rukovanje koje propisuje posjednik ovisno o vrsti i tipu vučnog vozila.

Pranje i čišćenje

Posjednik vozila je dužan predvidjeti da se u sklopu radova redovitog održavanja obavlja čišćenje, pranje i odmašćivanje onih sklopova, koji u specifičnim eksploatacijskim uvjetima, zbog prljavštine mogu biti potencijalni uzročnik požara.

Pranje i čišćenje upravljačnica i čelnih stakala obavlja se na svakom servisnom i kontrolnom pregledu.

Pranje i čišćenje strojarnice obavlja se na svakom kontrolnom pregledu.

Pranje i čišćenje vanjske oplate obavlja se najmanje jednom u tri mjeseca.

Pranje čišćenje i dezodoracija putničkog prostora motornih vlakova obavlja se u rokovima predviđenim za putničke vagone.

Servisni pregled

Servisni pregled vučnog vozila obavlja se na mjestu na kojem je omogućen pregled vozila iz kanala i na kojem je moguć pristup na krov vozila.

U sklopu servisnog pregleda potrebno je:

- vizualno pregledati i provjeriti ispravnost uređaja i dopuniti zalihe pogonskog materijala,
- pregledati i provjeriti vozni postroj, kočni sustav i druge sigurnosne i zaštitne uređaje.

Radnik održavatelja zadužen za obavljanje servisnog pregleda svojim potpisom u knjizi primopredaje vučnog vozila potvrđuje da je vozilo pregledano, uočeni nedostaci otklonjeni i da je vozilo sposobno za promet.

Na vučnom vozilu koje nije korišteno dulje od 5 dana prije ponovne uporabe mora biti obavljen servisni pregled.

Kriterije za obavljanje servisnog pregleda propisuje posjednik ovisno o tipu i vrsti vučnog vozila, a rok između dva servisna pregleda ne može biti dulji od 7 dana.

Kontrolni pregled

Kontrolni pregled vučnih vozila obavlja se radi periodičke provjere ispravnosti podsustava, sklopova i uređaja vučnog vozila prema ciklusima i u opsegu koji utvrđuje posjednik vozila.

Na kontrolnom pregledu osim radova koje je za pojedino vozilo propisao proizvođač obavezno se obavlja:

- provjera funkcionalne ispravnosti dijelova i sklopa,
- zamjena istrošenih i oštećenih dijelova i sklopova,
- provjera i mjerenje parametara pojedinih dijelova, sklopova i medija te njihovo dovođenje u okvir propisane vrijednosti,
- izmjena i dopuna maziva,
- djelomično bojanje unutarnjih oplata, sanduka i postolja.

Ovisno o vrsti i tipu vučnog vozila posjednik utvrđuje vrste kontrolnih pregleda i njihov redoslijed za pojedino vučno vozilo, a čiji rokovi ne mogu biti dulji od rokova propisanih ovim pravilnikom. Razdoblje za obavljanje kontrolnih pregleda može biti produljeno za ukupno vrijeme stajanja vučnog vozila izvan uporabe ako je ono izvan uporabe bilo neprekidno dulje od 2 mjeseca. U slučaju toga produljenja prije puštanja vozila u promet na njemu se mora obaviti sljedeći kontrolni pregled iz redoslijeda pregleda.

Redoslijed za upućivanje vozila na kontrolne preglede utvrđuje se po kriteriju prijedanih

kilometara ili proteklih kalendarskih dana, pri tome je mjerodavan kriterij onaj koji je prije ispunjen.

Ovisno o vrsti i tipu vučnog vozila kriterij za kontrolni pregled je:

- dizel električna lokomotiva – najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 15 000 km, što može biti povećano za 15%,
- dizel hidraulična lokomotiva – najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 7 000 km, što može biti povećano za 15%,
- dizel motorni vlak - najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 12 000 km, što može biti povećano za 15%,
- električna lokomotiva za sustav napajanja 25 kV i električne lokomotive građene poslije stupanja ovog pravilnika na snagu – najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 23 000 km, što može biti povećano za 15%,
- električna lokomotiva za sustav napajanja 3 kV – najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 10 000 km, što može biti povećano za 15%,
- elektro motorni vlak - najmanje jednom u 30 dana ili prijeđenih 15 000 km, što može biti povećano za 15%.

Izuzetak čine motorni vlakovi s nagibnom tehnikom kod kojih kriterij za prijeđene kilometre iznosi 20 000, što može biti povećano za 30%.

Redovit popravak

Redoviti popravak vučnih vozila može biti:

- srednji popravak (SP),
- veliki popravak (VP).

Pod srednjim popravkom (SP) vučnog vozila podrazumijevaju se pregled, kontrola i popravak ili zamjena dijelova i sklopova na vozilu radi njegova dovođenja u tehnički ispravno stanje za tu vrstu popravka.

Na srednjom popravku (SP) obavlja se:

- popravak ili zamjena pojedinih dijelova, sklopova i uređaja koji bez kvarova ne bi mogli raditi do idućega redovitog popravka,
- provjera rada sklopova,
- primjena antikorozivne zaštite i bojanje unutarnje oplata, sanduka i postolja na vozilu.

Pod velikim popravkom (VP) vučnog vozila podrazumijeva se popravak ili zamjena svih dijelova i sklopova na vozilu radi njegova dovođenja u tehnički ispravno stanje radi daljnjeg višegodišnjeg korištenja.

Na velikom popravku (VP) obavlja se:

- popravak ili zamjena dijelova i sklopova na vozilu,
- zamjena električnih instalacija na vozilu,
- primjena antikorozivne zaštite i bojanje unutarnje oplata, sanduka i postolja na vozilu,
- izvedba modifikacija i rekonstrukcija na vozilu.

Mjerilo za redoslijed redovitih popravaka vučnih vozila jesu prijeđeni kilometri ili proteklo vrijeme od zadnjeg redovitog popravka ovisno koji se kriterij prije ispuni.

Mjerilo u prijeđenim kilometrima između dva redovita popravaka je [2]:

- dizel električna lokomotiva – 2 000 000 km,
- dizel hidraulična lokomotiva – 800 000 km,
- dizel motorni vlak – 1 500 000 km,
- električnih lokomotiva – 2 000 000 km,
- elektro motorni vlak - 2 200 000 km.

Izuzetak čine električne lokomotive proizvedene nakon stupanja na snagu ovog pravilnika kod kojih je kriterij između dva redovita popravka 3 000 000 km i motorni vlakovi s nagibnom tehnikom kod kojih kriterij za prijeđene kilometre iznosi 2 000 000.

Vremensko ograničenje između dvaju uzastopnih redovitih popravaka vučnog vozila iznosi 12 godina, s time da, ako stanje vozila zadovoljava, vremensko ograničenje između dvaju uzastopnih redovitih popravaka može biti produljeno dva puta po godinu dana.

Produljenje vremenskog ograničenja obavlja se na zahtjev posjednika. Produljenje se obavlja u radionici održavatelja.

Kod obavljanja redovitih popravaka posjednik utvrđuje redoslijed redovitih popravaka s time da se ovisno o tipu i namjeni vozila veliki popravak mora izvršiti u roku od 30 godina računajući od početka korištenja vozila.

Izvanredno održavanje

Izvanredno održavanje vučnih vozila obavlja se radi otklanjanja nedostataka uočenih od strane strojnog osoblja ili nedostatka uočenih tijekom redovitog održavanja.

Opseg radova izvanrednog održavanja dogovorno utvrđuju održavatelj i posjednik vučnog vozila.

Posjednik i održavatelj mogu proširiti opseg radova izvanrednog održavanja s radovima razine kontrolnog pregleda ako slijedi kontrolni pregled u narednih 15 dana.

U izvanredno održavanje motornih vlakova spada i dezinfekcija, dezinsekcija, deratizacija i deodorizacija koja se obavlja po potrebi.

Ako se radovi izvanrednog održavanja obavljaju izvan radionice održavatelja način i uvjete za obavljanje radova određuje posjednik vučnog vozila [2].

Tablica 1. Servisni pregledi dizelskih vučnih vozila [3]

Tip	Serijski broj vozila	Planirani rok (dana)	Dopušteno povećanje (dana)
Vozne lokomotive	2041, 2042, 2043, 2044, 2061, 2062, 2063, 2141	5	+1
Manevarske lokomotive	2131, 2132, 2133	5	+2
Motorni vlakovi	7021	2	+1
	7121, 7122	3	+1
	7221	2	+1

Tablica 2. Servisni pregledi električnih vučnih vozila [3]

Tip	Serijska vučnog vozila	Planirani rok (u km)	Dopušteno povećanje (u km)
Vozne lokomotive	1061	1200	+300
	1141, 1142, 1161	2500	+500
Motorni vlakovi	6011	900	+300
	6111	2000	+400

Tablica 3. Vrste i redoslijed kontrolnih pregleda vučnih vozila [3]

Vrsta			Serije vozila	Vrste i redoslijed kontrolnih pregleda					
vuče	vozila	službe		P0	P1	P3	P6	P12	MP
Elek- tro	lokomotiva	Vozna	1 061		+	+	+	+	+
			1 141		+	+	+	+	+
			1 161		+	+	+	+	+
			1 142		+	+	+	+	+
	motorni vlak	Vozna (putnička)	6 011		+	+	+	+	+
			6 111		+	+	+	+	+
Dizel	lokomotiva	Vozna	2 041		+	+	+	+	+
			2 042						
			2 043						
			2 044						
			2 061		+	+	+		+
			2 062						
			2 063						
		Manevra	2 131						
			2 132	+	+	+	+		+
			2 133						
		Vozna	2 141	+	+	+	+	+	+
	motorni vlak	Vozna (putnička)	7 021		+	+	+	+	+
			7 121		+	+	+	+	+
			7 122		+	+	+	+	+
			7 221		+	+	+		+

Tablica 4. Mjerila za planski popravak vučnih vozila [3]

Vrsta			Serije vozila	Rok između dvaju redovitih popravaka	Napomena
vuče	vozila	službe		Utrošeno gorivo (l)	Prijeđeni kilometri
Elek-tro	lokomotiva	Vozna	1 061	-	800 000
			1 141	-	1 600 000
			1 161	-	1 200 000
			1 142	-	1 800 000
	motorni vlak	Vozna (putnička)	6 011	-	600 000
			6 111	-	1 200 000
Dizel	lokomotiva	Vozna	2 041	900	-
			2 042		
			2 043	3 200	-
			2 044	3 400	-
			2 061	3 200	-
			2 062	3 400	-
			2 063	4 600	-
		Manevra	2 131	320	-
			2 132	480	-
			2 133	700	-
		Vozna	2 141	1 300	-
	motorni vlak	Vozna (putnička)	7 021	-	900 000
			7 121	-	900 000
			7 122	-	900 000
			7 221	-	400 000

Održavanje putničkih vagona

Održavanje putničkih vagona obuhvaća:

- čišćenje i njegu,
- stalni nadzor,
- kontrolne preglede,
- redovite popravke,
- izvanredne popravke.

Čišćenje i njega

Čišćenje i njega putničkih vagona obavlja se prema planu koji utvrđuje posjednik, a najmanje jednom u 24 sata.

Stalni nadzor

Stalni nadzor nad putničkim vagonom obavlja se:

- kod pripreme za promet,
- tijekom korištenja u prometu,
- nakon završetka korištenja u prometu.

Kontrolni pregled

Kontrolni pregled putničkog vagona obavlja se radi periodičke provjere ispravnosti podsustava, sklopova i uređaja putničkog vagona prema ciklusima i u opsegu koji utvrđuje posjednik vozila.

Na kontrolnom pregledu osim radova koje je za pojedini tip vagona propisao proizvođač obavezno se obavlja:

- provjera funkcionalne ispravnosti dijelova i sklopa,
- zamjena istrošenih i oštećenih dijelova i sklopova,
- djelomično bojanje unutarnjih oplata, sanduka i postolja,
- popravak i kompletiranje interijera,
- provjera i dovođenje u ispravno stanje namjenske opreme ovisno o tipu vagona.

Kriterij za obavljanje kontrolnih pregleda putničkih vagona jesu prijeđeni kilometri ili vrijeme proteklo od prethodnog kontrolnog pregleda ili redovitog popravka.

Kontrolni pregled putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje 100 km/h mora se obaviti najkasnije 3 mjeseca od prethodnog kontrolnog pregleda ili redovitog popravka.

Kontrolni pregled putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje 120 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 35.000 prijeđenih kilometara ili 2 mjeseca eksploatacije uz dopušteno odstupanje od 10% prevaljenih kilometara odnosno 15 dana.

Kontrolni pregled putničkih vagona koji su deklarirani za brzinu vožnje veću od 120 do 200 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 30.000 prijeđenih kilometara ili najviše 1 mjesec od prethodnog kontrolnog pregleda ili redovitog popravka uz dopušteno odstupanje od 10% prijeđenih kilometara odnosno 15 dana.

Redoviti popravak

Redoviti popravak putničkog vagona naziva se srednji popravak (SP) ili veliki popravak (VP), a obavlja se nakon eksploatacijskog ciklusa mjerenog u kilometrima ili vremenu eksploatacije koji utvrđuje posjednik. Redoviti popravak putničkog vagona obuhvaća detaljan pregled svih podsustava, uređaja i sklopova putničkog vagona na način da se svi vitalni uređaji vagona demontiraju, pregledaju i poprave u specijaliziranim radionicama ili zamijene ispravnima i ispitanima, podobnima za višegodišnju eksploataciju do narednog redovitog popravka.

Kriterij za obavljanje redovitih popravaka putničkih vagona jesu:

- prevaljeni kilometri ili vrijeme proteklo od puštanja u promet novoizgrađenog ili obnovljenog putničkog vagona,
- prevaljeni kilometri ili vrijeme proteklo od prethodnog redovitog popravka putničkog vagona.

Redoviti popravak putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje 100 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 200.000 prijeđenih kilometra ili nakon 6 godina eksploatacije od dana prethodnog redovitog popravka ili dana puštanja u promet novoizgrađenog ili obnovljenog putničkog vagona.

Redoviti popravak putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje 120 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 750.000 prevaljenih kilometra ili nakon 6 godina eksploatacije od dana prethodnog redovitog popravka ili dana puštanja u promet

новоizgrađenog ili obnovljenog putničkog vagona.

Redoviti popravak putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje veću od 120 do 160 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 800.000 prevaljenih kilometra ili nakon 6 godina eksploatacije od dana prethodnog redovitog popravka ili dana puštanja u promet novoizgrađenog ili obnovljenog putničkog vagona.

Redoviti popravak putničkog vagona koji je deklariran za brzinu vožnje od 200 km/h mora se obaviti po ispunjenju kriterija od 1.000.000 prevaljenih kilometra ili nakon 6 godina eksploatacije od dana prethodnog redovitog popravka ili dana puštanja u promet novoizgrađenog ili obnovljenog putničkog vagona.

Izvanredno održavanje

Izvanredno održavanje putničkih vagona može biti održavanje vagona u sastavu vlakova ili na garažnim kolosijecima između dvije vožnje vagona za vrijeme čekanja vagona u obrtnom ili domovnom kolodvoru te popravak vagona u radionici za održavanje nakon što je vagon isključen iz prometa zbog utvrđene neispravnosti ili nedostatka.

Izvanrednim održavanje izvan radionice za održavanje vagona otklanjaju se manji nedostaci na podsustavima, sklopovima i uređajima.

Posjednik i održavatelj mogu proširiti opseg radova izvanrednog održavanja s radovima razine kontrolnog pregleda ako slijedi kontrolni pregled u narednih 15 dana.

U izvanredno održavanje putničkog vagona spada dezinfekcija, dezinsekcija, deratizacija i dezodorizacija koja se obavlja po potrebi [3].

Tablica 5. Kontrolni pregledi putničkih vagona [3]

Vrste vagona	Vrste kontrolnih pregleda			
	P1	P2	P3	MP
	Dani			
2-osovinski vagoni			90+30	2 godine + 6 mjeseci
4-osovinski vagoni (do 120 km/h)		60 +10		1,5 godina + 6 mjeseci
4-osovinski vagoni (preko 120 km/h)	30 + 10			1 godina + 6 mjeseci

Tablica 6. Planski popravci putničkih vagona [3]

Vrsta vagona	Redoslijed i rokovi za redovite popravke				
	SP	SP	VP	SP	SP
	Mjerilo za popravak (vrijeme iskorištenja: godine ili prijeđeni kilometri)				
Visokokomforni Z-vagoni	5 god. ili 750 000 km	5 god. ili 750 000 km	16-18 godina	5 god. ili 750 000 km	5 god. ili 750 000 km
Vagoni s disk kočnicom	5 god. ili 600 000 km	5 god. ili 600 000 km	16-18 godina	5 god. ili 600 000 km	5 god. ili 600 000 km
4-osovinski vagoni s kočnicom s papučama	4 god. ili 500 000 km	4 god. ili 500 000 km	16-18 godina	4 god. ili 500 000 km	4 god. ili 500 000 km
2-osovinski vagoni	4 godine	4 godine	20 godina	-	-

Održavanje teretnih vagona

Kod održavanja teretnih vagona imamo redovito i izvanredno održavanje.

Redovito održavanje obuhvaća:

- stalan nadzor,
- kontrolne preglede,
- kontrola spremnika (samo kod vagona cisterni za prijevoz RID materija),
- redovite popravke (revizije).

Izvanredno održavanje obuhvaća:

- popravak bez otkvačivanja,
- popravak s otkvačivanjem.

Stalan nadzor

Stalan nadzor nad teretnim vagonima obavlja se tijekom redovite eksploatacije vagona i uključuje provjeru vozne i uporabne sposobnosti vagona, utvrđivanje o otklanjanje neispravnosti sukladno Dodatku 1, priloga IX Općeg ugovora o uporabi teretnih vagona (OUU).

Kontrolni pregled

Posjednik je dužan organizirati i nadzirati obavljanje kontrolnih pregleda teretnih vagona s kočnicom koja ima automatsku kontinuiranu promjenu kočne sile, prema rokovima propisanim ovim Pravilnikom, na najmanje 50% vagona iste serije u svom voznom parku.

Osim provjere kočnice, tijekom ovog pregleda obavlja se i pregled sastavnih dijelova i sklopova te podmazivanje tarnih površina prema uputi proizvođača.

Posjednik, u ovisnosti o vrsti vagona i uvjetima njihove uporabe, može odrediti obavljanje kontrolnih pregleda i na drugim vrstama teretnih vagona iz svog voznog parka.

Kriterij za obavljanje kontrolnih pregleda teretnih vagona jest vrijeme proteklo od prethodne revizije.

Rok za obavljanje kontrolnog pregleda je 3 godine, uz dopušteno odstupanje ± 3 mjeseca. Ako se u tome razdoblju obavlja izvanredni popravak teretnih vagona s otkvačivanjem, tada obvezatno mora biti obavljen i kontrolni pregled vagona.

Kontrola spremnika

Kontrola spremnika obavlja se kod vagona cisterni za prijevoz RID materija, prema uputama proizvođača te drugim propisima koji reguliraju pregled posuda pod tlakom.

Redoviti popravak

Redoviti popravak teretnog vagona naziva se revizija (u danjem tekstu REV).

REV se obavlja s ciljem dovođenja tehničkog stanja vagona na razinu koja će omogućiti sigurnu uporabu vagona do slijedećeg redovitog popravka.

REV teretnih vagona obuhvaća se pregled, popravak i obnova svih istrošenih i oštećenih dijelova ili sklopova na vagonima radi njihova dovođenja u tehnički ispravno stanje, a uključuje:

- detaljan pregled i popravak svih sklopova i sigurnosnih uređaja (vozni postroj, kočnica, vučni i odbojni uređaji) i mehanizama na vagonima,
- popravak i provjeru geometrije postolja i vagonskog sanduka.

Kriterij za obavljanje REV teretnih vagona može biti kalendarsko vrijeme ili ostvareni rad.

Kod sustava održavanja koji je temeljen na vremenskom kriteriju, redoviti popravci se obavljaju nakon isteka vremena definiranog objavom UIC 579-1.

Razdoblje između redovitih popravaka odgovara natpisu na vagonu.

Kod sustava održavanja temeljenog na uporabnom kriteriju, redoviti popravci se obavljaju kada vagon dosegne granicu uporabe mjereno u tonskim-kilometrima, kako je propisano objavom UIC 579-1.

Najveći dozvoljeni rok između dva redovita popravka teretnih vagona iznosi 6 godina, s mogućim produljenjem od tri mjeseca, ukoliko vagoni ispunjavaju slijedeće uvjete i opremljeni su:

- kočnicom: Bd, Ch, O, KE, WE, DK, WU ili WA,
- automatskim regulatorom kočnog polužja,
- ovjesom s dvostrukim karikama za vagone s pojedinačnim osovinama,
- okretnim postoljima s lisnatim oprugama i ovjesnim karikama (uključujući i modernizirana okretna postolja tipa »Niesky« na DB vagonima),

- okretnim postoljima s zavojnim oprugama i prigušenjem tipa UIC ili s jednakim svojstvima,
- odbojnicima sukladno UIC 526-1 ili 526-2.

Izuzetak čine teretni vagoni koji ne ispunjavaju naprijed navedene uvjete za koje je najveći dozvoljeni rok između dva redovita popravka 4 godine, s mogućim produljenjem od tri mjeseca.

Mogućnost produljenja roka valjanosti redovitog popravka za tri mjeseca mora biti označena oznakom »+3M« pored oznake datuma zadnje REV.

Ako se teretni vagoni koriste samo u nacionalnom prometu, naprijed navedeni rokovi mogu biti produljeni uzastopce dva puta po šest mjeseci ako to dopušta njihovo tehničko stanje, o čemu, na prijedlog održavatelja odluku donosi posjednik.

Rok valjanosti redovitog popravka može se prekoračiti u skladu s odredbama ovog Pravilnika.

Izvanredno održavanje

Izvanredno održavanje teretnih vagona bez otkvačivanja može biti održavanje vagona u sastavu vlakova ili na garažnim kolosijecima između dvije vožnje vagona za vrijeme čekanja vagona.

Izvanredno održavanje s otkvačivanjem obavlja se u radionicama za popravak vagona, a sastoji se od:

- izvanrednih popravaka zbog otklanjanja oštećenja nastalih tijekom uporabe vagona,
- izvanrednih popravaka zbog otklanjanja tehničkih neispravnosti na vagonu.

Prilikom otklanjanja neispravnosti zbog kojih je vagon upućen u radionicu, osim otklanjanja tih neispravnosti, obavezno se obavljaju i sljedeći radovi:

- provjera steznog spoja obruča i ploče kotača,
- zamjena polomljenih ili istrošenih, te ugradnja nedostajućih kočnih umetaka,
- provjera pričvrsnih vijaka odbojnika, provjera zakovica ili vijaka na glavama odbojnika,
- provjera i po potrebi, podmazivanje dodirnih površina glava odbojnika.

Posjednik i održavatelj mogu proširiti opseg radova na druge dijelove i sklopove prema utvrđenom stanju.

U izvanredno održavanje teretnih vagona spada i pranje, čišćenje, dezinfekcija, dezinsekcija i deratizacija vagona, a obavljaju se prema potrebi.

4. MJESTA ODRŽAVANJA ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Mjesta održavanja za vučna vozila

Mjesta održavanja vučnih vozila mogu biti:

- radionice (depoi),
- remontne radionice ili tvrtke za planski (redoviti) popravak vučnih vozila.

Radionice (depoi) obavljaju:

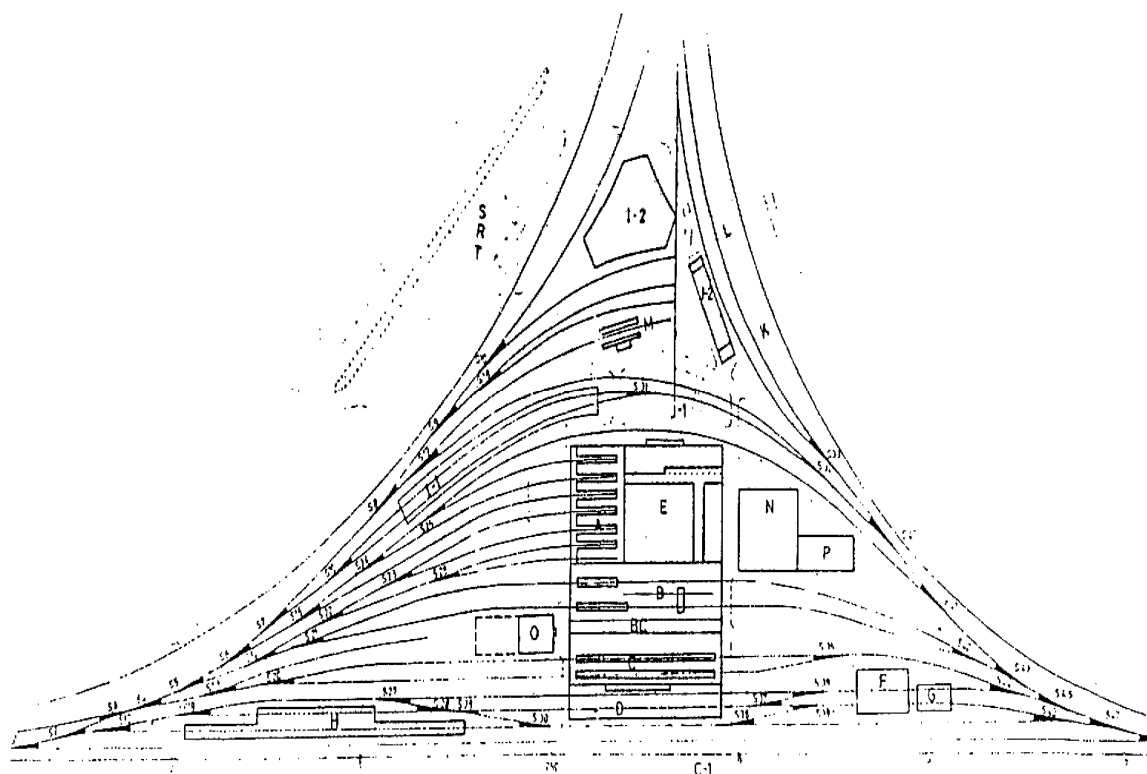
- servisne preglede,
- kontrolne preglede,
- planske popravke (ako postoje uvjeti za to),
- izvanredne popravke.

Radionice se, u pravilu, sastoje od:

- kolosječne mreže,
- glavne hale,
- hale za dnevni pregled vozila,
- upravne zgrade,
- zgrade osoblja vuče i pomoćnih objekata.

Kolosječna mreža sastoji se od:

- ulaznog i izlaznog kolosijeka,
- kolosijeka za opskrbu lokomotiva (gorivom, vodom, pijeskom),
- kolosijeka s uređajima za vanjsko pranje i čišćenje lokomotiva,
- kolosijeka za lokomotive na čekanju i
- kolosijeka za kretanje lokomotiva do i od radnih stajališta u halama.



Slika 7. Kolosiječna veza i raspored objekata

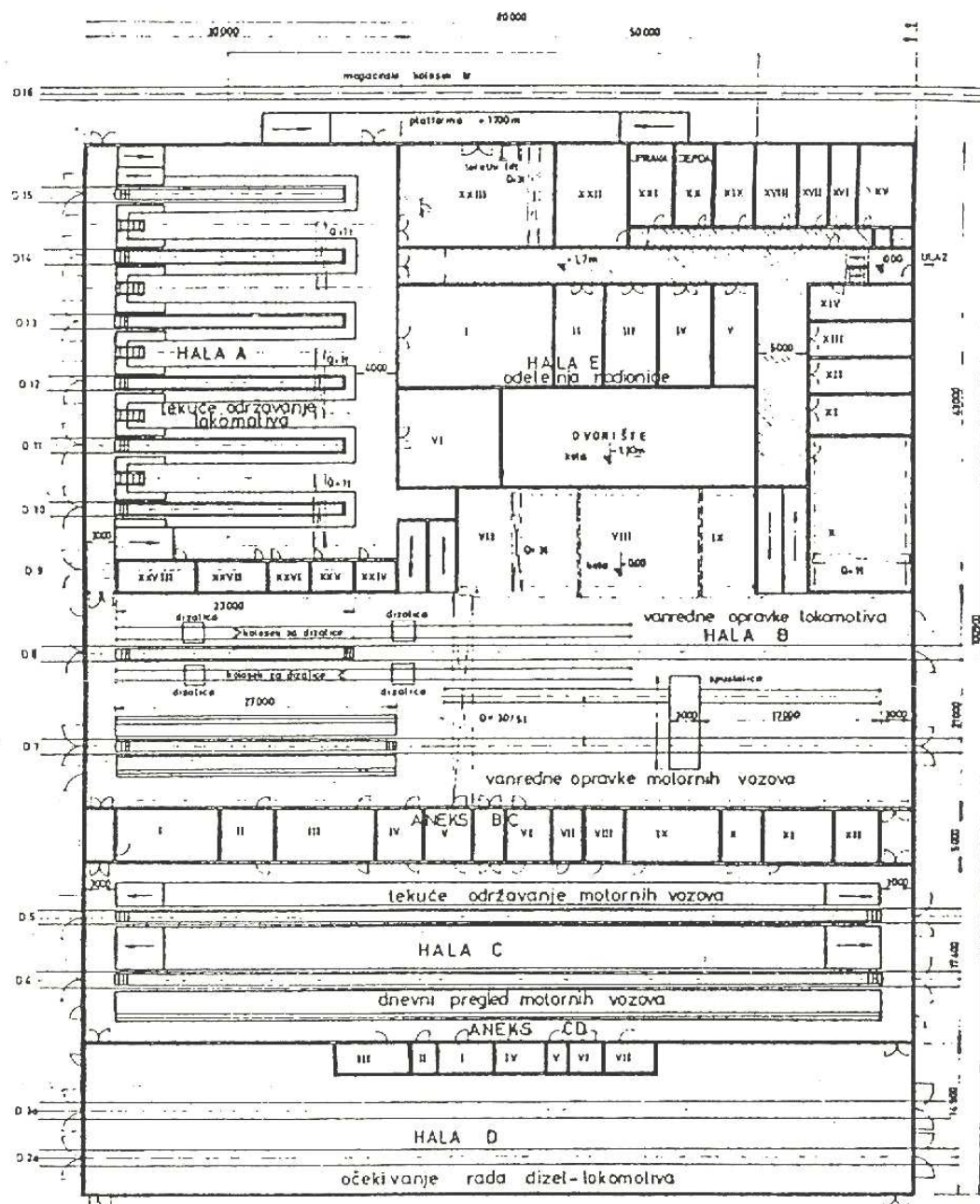
Kolosiječna situacija i raspored objekata suvremene radionice za održavanje:

- A-E glavna hala za održavanje lokomotiva i motornih vlakova,
- F hala za dnevni pregled lokomotiva,
- G vanjsko pranje i čišćenje lokomotiva,
- H stajališta lokomotiva na čekanju,
- I-J kolosijeci za opskrbu lokomotiva,
- M ispitna postaja za lokomotive,
- N upravna zgrada i
- O zgrada vuče.

Održavanje dizelskih lokomotiva obično je organizirano na četiri radne razine:

- kanalska, na -1,3m
- suterenska, na -0,8m
- podna, na 0,0m
- platformska, na +1,7 m iznad GRT.

Radionice za održavanje električnih lokomotiva raspolažu sa pet radnih razina, od kojih su prve četiri iste kao i za dizelske lokomotive, dok se peta nalazi na drugoj platformi u visini pogodnoj za pregled visokonaponske krovne instalacije i oduzimača struje (pantografa). Druga platforma obično se smješta između +2,8m i 3,35m iznad GRT.



Slika 8. Izgled glavne hale [3]

Osnovni radni prostor glavne hale suvremene radionice obično je raspoređen na sljedeći način:

- Hala A: radna stajališta za preventivno održavanje lokomotiva
- Hala B: radna stajališta za korektivno održavanje lokomotiva,
- Hala C: radna stajališta za preventivno održavanje motornih vlakova,
- Hala D: stajališta za lokomotive na čekanju,

Hala E: pomoćne radionice i prostorije,

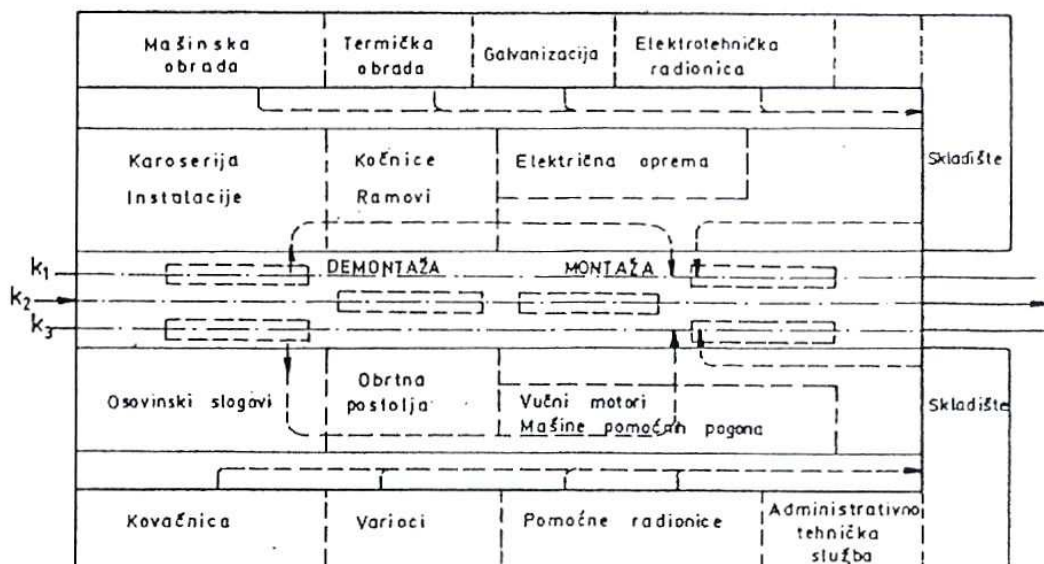
Aneks BC: pomoćne radionice za održavanje motornih vlakova i

Aneks CD: pomoćne radionice za dnevni pregled motornih vlakova.

Remontne radionice i tvrtke za planski popravak vučnih vozila

U remontnim radionicama se obavljaju:

- Planski (redoviti) popravci,
- izvanredni popravci,
- modifikacije i rekonstrukcije.



Slika 9. Shematski prikaz remontne radionice [3]

Na radnim kolosijecima popravak se obavlja u četiri osnovna tehnološka koraka:

- odvajanje i izvlačenje okretnih postolja, skidanje sklopova i blokova opreme, pomoćnih poligona i agregata te njihov transport do specijalističkih radionica;
- utvrđivanje stanja i potrebne radove na instalaciji i dijelovima koji su ostali na lokomotivskom sanduku, popravak sanduka i instalacija;

- c) ugradnja popravljenih sklopova i blokova opreme te njihovo povezivanje s instalacijom, ugradnja pantografa i visokonaponske krovne instalacije, dopremanje i ugradnja popravljenih okretnih postolja i njihovo povezivanje na mehaničke, električne, pneumatske i druge priključke;
- d) završni radovi na lokomotivskom sanduku, provjera električnih i pneumatskih veza, vanjsko i unutrašnje bojanje vozila.

Suvremeni procesi planskih popravaka vučnih vozila zasnivaju se na principu zamjene sklopova (agregatni način popravka), tako da je dužina trajanja popravka ograničena radovima na lokomotivskom sanduku i njegovim instalacijama te potrebnim vremenom za skidanje i ugradnju sklopova na vozilo.

Preventivno i korektivno održavanje vučnih vozila Hrvatskih željeznica obavljaju tvrtke-kćeri Hrvatskih željeznica (Održavanje vučnih vozila, TŽV Gredelj i Radionica za željeznička vozila Bjelovar) te Končar-Električna vozila.

Održavanje vučnih vozila d.o.o. specijalizirana je tvrtka za obavljanje preventivnog (dnevni, servisni i kontrolni pregledi) i korektivnog (izvanrednog) održavanja. Osim toga, Održavanje vučnih vozila obavlja male popravke tiristorskih lokomotiva serije 1142, a radionice i pogoni nalaze se na 14 lokacija: Zagreb Ranžirni kolodvor, Zagreb Glavni kolodvor, Osijek, Vinkovci, Virovitica, Koprivnica, Varaždin, Karlovac, Ogulin, Rijeka, Pula, Knin, Solin i Ploče.

Primjenom nove organizacije i intervalima održavanja vučnih vozila koje omogućuje Pravilnik o uvjetima održavanja željezničkih vozila te uvođenjem suvremenih tehnologija održavanja i upravljanja voznim parkom, moguće je optimirati broj radionica za održavanje vučnih vozila. Izgradnjom novog tehničko-putničkog kolodvora u Zagrebu (na lokaciji u Borongaju ili drugdje), većina aktivnosti održavanja vučnih vozila u pogonu na Glavnom kolodvoru moguće je preseliti na Ranžirni kolodvor. Osim toga, radionice sa malim obujmom radova u Karlovcu i Virovitici mogu se ukloniti, a zaposleni premjestiti u radionice Zagreb Ranžirni kolodvor ili Ogulin te u radionicu u Koprivnicu. Također, izgradnjom nove nizinske pruge Rijeka-Zagreb- mađarska granica, koja ne prolazi kroz Ogulin, upitnom postaje opravdanost rada radionice u Ogulinu.

TŽV Gredelj obavlja redovite popravke te modifikacije, rekonstrukcije i modernizacije vučnih vozila, a posluje na dvije lokacije u Zagrebu, u Trnju i u Vukomercu. S obzirom da je

Grad Zagreb otkupio zemljište TŽV Gredelj u Trnju, u Vukomercu su izgrađene nove hale. Koncept nove tvornice omogućio je osmišljavanje novih tehnoloških procesa te integraciju i optimiranje tehnologija na remontu postojećih serija vozila, ali i na proizvodnji novih vozila. Primjena suvremenih tehnologija proizvodnje i održavanja željezničkih vozila omogućit će kvalitetnije održavanje, smanjeni negativni utjecaj na okoliš i kvalitetnije radne uvjete za zaposlenike. Očekivani učinci su sljedeći [9]:

- 15% kraće vrijeme za obavljanje srednjeg i velikog popravka,
- 15% manji utrošak norma sati po pojedinim radnim operacijama zbog kvalitetnije organiziranih proizvodnih procesa i primjene suvremenih tehnologija održavanja,
- smanjenje postojećih troškova poslovanja uslijed rada na dvije lokacije
- povećanje kvalitete popravljenih dijelova, sklopova i vozila,
- 25 - 30 % svih raspoloživih kapaciteta za ostala tržišta u regiji uslijed primjene suvremenih tehnologija i primjene ciklusa održavanja vozila.

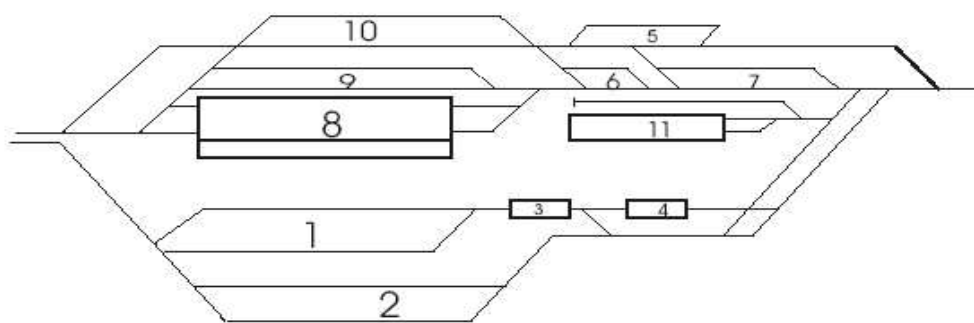
Mjesta za održavanje vučenih vozila

Mjesta za održavanje vučenih vozila mogu biti:

- kolodvori,
- poslovni kolodvori (tehničko-putnički kolodvori),
- radionice,
- remontne radionice ili tvrtke za planski (redoviti) popravak vučenih vozila.

U kolodvorima i poslovnim kolodvorima obavlja se održavanje vagona bez otkapčanja iz kompozicije vlaka.

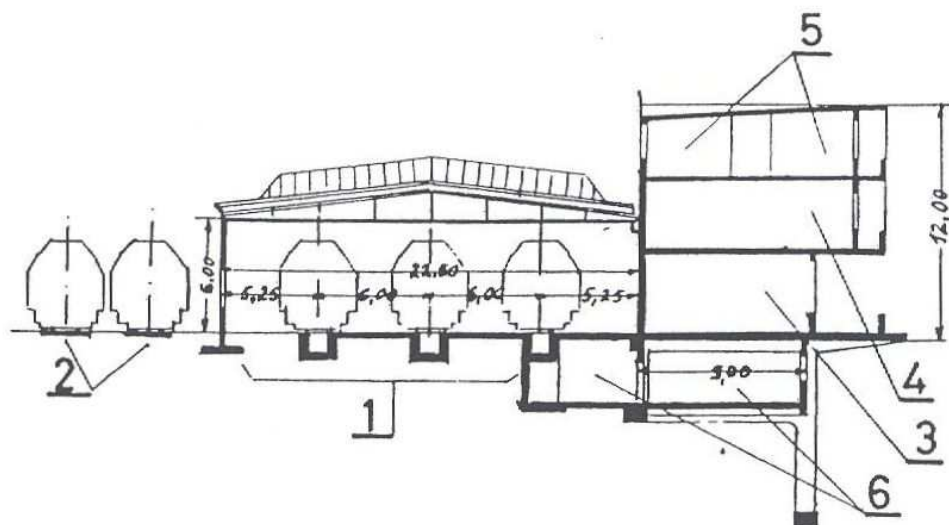
U poslovnim kolodvorima održavaju se kompozicije putničkih vagona i motornih vlakova bez povlačenja iz njihovog turnusa.



Slika 10. Shematski prikaz poslovnog kolodvora [3]

1. prijemni kolosijeci za putničke vlakove
2. prijemni kolosijeci za motorne vlakove
3. uređaji za vanjsko pranje
4. ploča za vanjsko pranje i čišćenje
5. kolosijeci za vagone u rezervi
6. kolosijeci za motorne vlakove u rezervi
7. kolosijeci za vagon-restorane i vagone s ležajevima
8. hala za održavanje
9. vanjski kolosijeci za održavanje
10. otpremna skupina kolosijeka
11. radionica za vagone.

Radionice za vagone, remontne radionice i tvrtke za planski popravak vučenih vozila organizirane su slično kao i kod vučnih vozila. Zbog složenosti putničkih vagona, radionice za njihov popravak moraju biti znatno opremljenije i tehnološki proces razrađeniji nego je to slučaj kod teretnih vagona [3]. Održavanje vozila organizirano je na četiri radne razine (kao kod dizelskih lokomotiva).



Slika 11. Poprečni presjek radionice [3]

1. hala za održavanje
2. vanjski kolosijeci za održavanje
3. pomoćne radionice
4. pomoćne prostorije
5. administracija
6. skladišta

Preventivno i korektivno održavanje putničkih i teretnih vagona Hrvatskih željeznica obavljaju tvrtke-kćeri (Održavanje vagona, TŽV Gredelje te radionice za željeznička vozila u Čakovcu, Bjelovaru i Slavonskom Brodu) te Đuro Đaković–Specijalna vozila.

Održavanje vagona d.o.o. specijalizirana je za preventivno i korektivno održavanje putničkih i teretnih vagona, a poslovanje se odvija na devet lokacija: Zagreb Ranžirni kolodvor, Zagreb Glavni kolodvor, Osijek, Vinkovci, Koprivnica, Rijeka, Moravice, Solin i Ploče.

Izgradnjom tehničko-putničkog kolodvora u Zagrebu prestat će potreba za radionicom za održavanje putničkih vagona na Glavnom kolodvoru, a zaposlenici će se preseliti u radionice na Tehničko-putničkom kolodvoru. Budući da nova nizinska pruga Rijeka-Zagreb-mađarska granica ne prolazi kroz Moravice, radionica u Moravicama može se zatvoriti, a zaposlenici se

moгу premjestiti u radionicu za vagone u Rijeci. Zbog dotrajalosti i povećanja obujma radova u Luci Ploče potrebno je izgraditi novu višefunkcionalnu halu za održavanje vučnih i vučenih vozila.

TŽV Gredelj obavlja redovite popravke te rekonstrukcije i modernizacije putničkih vagona, a preseljenjem u novu tvornicu u Vukomercu, omogućit će se proizvodnja suvremenih putničkih vagona serije Z1, za brzine do 230 km/h. Tvornica proizvodi i okretna postolja za teretne vagone tipa Y 25.

Radionice za željeznička vozila u Čakovcu, Bjelovaru i Slavanskom Brodu su tvrtke-kćeri Hrvatskih željeznica specijalizirane za preventivno i korektivno održavanje teretnih vagona, obavljanje rekonstrukcija i modernizaciju pojedinih serija teretnih vagona i vozila za vlastite potrebe željeznice. Radionica za željeznička vozila u Čakovcu proizvela je 50 osamosovinskih niskopodnih teretnih vagona za prijevoz cestovnih teretnih vozila (RO-LA vagoni).

Tvrtka Đuro Đaković – Specijalna vozila modernizirala je više stotima teretnih vagona Hrvatskih željeznica različitih serija te proizvela nove teretne vagone serija Eanos (otvorenog tipa) i Uacs (za prijevoz cementa) [9].

5. PRIMJERI TEHNIČKE DOKUMENTACIJE ZA ODRŽAVANJE ŽELJEZNIČKIH VOZILA

Tehnička dokumentacija za održavanje željezničkih vozila sastoji se od slijedećih uputa (dano u prilogu):

- upute za rukovanje vozilom i pojedinim uređajima na njemu,
- upute za održavanje vozila, pojedinih sklopova, uređaja i opreme,
- tehničkih uvjeta za popravak vozila i sklopova,
- opisa radova za pojedine vrste redovitog održavanja,
- tehničke dokumentacije proizvođača vozila,
- plana tehničke kontrole održavanja,
- kataloga zamjenskih dijelova vozila, odnosno pojedinih sklopova.

Upute za rukovanje izrađuje posjednik ili proizvođač, a njima se određuju postupak rukovanja vozilom i uređajima koji su ugrađeni na vozilo.

Uputama za održavanje vozila, pojedinih sklopova, uređaja i opreme određuju se postupci za obavljanje radova pri popravku, a koje izrađuje proizvođač vozila, pojedinog sklopa, uređaja ili opreme ili održavatelj, a odobrava ih posjednik vozila.

Tehničke uvjete za popravak vozila i sklopova određuje posjednik, a oni obuhvaćaju kriterije tehničke ispravnosti vozila, a koji proizlaze iz:

- tehničkog opisa vozila,
- konstrukcijskih i eksploatacijskih karakteristika vozila i sklopova,
- specifikacija zamjenskih dijelova i materijala po vrstama i količini za obavljanje pojedinih vrsta redovitog održavanja opisa redovitog održavanja vozila i pojedinih sklopova koje izrađuje održavatelj, a ovjerava posjednik,
- plana tehničke kontrole o ispitivanju vozila,
- popisa uređaja i opreme potrebnih za obavljanje provjera dijelova i sklopova, tijekom održavanja, odnosno za završnu provjeru vozila.

Za svaku vrstu redovitog održavanja željezničkog vozila posjednik izrađuje opis radova na temelju tehničke dokumentacije i uputa proizvođača.

Tehnička dokumentacija proizvođača vozila odnosno pojedinih sklopova, uređaja i opreme sastoji se od sklopnih i radioničkih crteža, shema potrebnih za održavanje vozila i uputa za ispitivanje a koje izrađuje proizvođač vozila.

Plan tehničke kontrole održavanja izrađuje održavatelj, odobrava posjednik željezničkog vozila, a isti sadrži:

- plan kontrole uređaja, sklopova, dijelova i pokusne vožnje vozila,
- mjerne i ispitne liste pojedinih sklopova, uređaja i opreme,
- popis tehničkih uputa, normi i propisa koji se primjenjuju pri održavanju.

Katalog zamjenskih dijelova izrađuje proizvođač, odnosno održavatelj željezničkog vozila, a obavezno ga ovjerava posjednik. Katalog zamjenskih dijelova na pregledan način prikazuje sastavne dijelove željezničkog vozila razvrstane po sklopovima, a sadrži podatke po kojima se mogu naručiti zamjenski dijelovi uređaja i opreme ugrađenih na željezničkom vozilu [3].

U prilogu su dani primjeri lista kontrolnih pregleda za željeznička vozila Hrvatskih željeznica. Prikazan je opseg i opis radova koji se trebaju izvršiti u zadanim vremenskim intervalima.

5.1 Propisi o kvaliteti

Posebna pažnja posvećena je održavanju kočnica. Glavne radionice ovlaštene za popravak kočnica u opsegu revizije (RK) moraju jamčiti za kvalitetu njihova rada između dviju revizija. To znači da zbog kvalitete izvedenih radova i uporabljenog materijala odnosno dijelova ugrađenih u kočne uređaje, popravljeni kočni uređaji neće ugrožavati prometnu sigurnost. S tim u svezi glavna radionica [5]:

- mora osigurati i jamčiti za kvalitetu vlastitog rada i materijala,
- za ugrađene dijelove od dobavljača mora pribaviti dokaze o kvaliteti.

Prema ISO 8402 kvaliteta je skup svih svojstava i značajka proizvoda ili usluga koje se odnose na mogućnost njihova udovoljavanja propisanim ili izraženim potrebama. Potrebe za kvalitetom određene su i ugovorene samim naručivanjem izvedbe radova odnosno zaključivanjem ugovora, što istodobno podrazumijeva i primjenu propisa. Tri su standarda ISO-ova modela za osiguranje kvalitete:

- Sustav kvalitete ISO 9001 - model za osiguravanje kvalitete pri projektiranju, razvoju, proizvodnji, ugradbi i servisiranju
- Sustav kvalitete ISO 9002 - model za osiguranje kvalitete u proizvodnji i ugradbi
- Sustav kvalitete ISO 9003 – model za osiguranje kvalitete u kontroli i u iskušavanju.

Međunarodna željeznička unija (UIC) postoji od godine 1922. Međunarodni ugovori o tehničkom jedinstvu zapadnoeuropskih željeznica u obliku Pravilnika RIV i Pravilnika RIC zaključeni su godine 1939. Europska unija utemeljila je Zajednicu europskih željeznica koja ima zadaću provoditi EU-ovu politiku u području željezničkog prometa. (ERA- European Railway Agency).

Godine 1991. Europska unija je donijela:

- Smjernice za razvoj željeznice u zemljama svojim članicama
- Smjernice za tehničke propise i za smjerove za izgradnju mreže europskih pruga za velike brzine.

Uz te smjernice donesene su i važne odluke za željeznice:

- željeznice više nemaju monopol za izdavanje upotrebnih dozvola za željezničke proizvode. Ta prava prenose se i na ustanove izvan željeznica. Ustanove koje imaju ovlasti za to, moraju procijeniti udovoljavaju li proizvodi europskim normama i standardima ISO propisanim za željeznice
- europska industrija ravnopravno sudjeluje u donošenju propisa i izdavanju dozvola za iskorištavanje proizvoda za željeznice
- za željeznice obvezatni su propisi standarda ISO.

S tim u svezi UIC-ova potkomisija ***Tehnički poslovi*** u skladu sa standardima ISO 9000 (EN 29000), tj. sa standardima za osiguravanje kvalitete, godine 1993. Predložila je na prihvaćanje:

- UIC-ovu objavu XX – Opći propisi za uporabnu dozvolu za proizvode za željeznice
- UIC-ovu objavu XY – Postupak za homologaciju (prihvatljivost) proizvoda za željeznice
- UIC-ovu objavu XZ – Uvjeti za postizanje kvalitete proizvoda za željeznice
- UIC-ovu objavu XQ – Osposobljenost proizvođača.

Glavna radionica za održavanje kočnica odnosno tvrtka koje glavna radionica djeluje osim drugih propisa kojima se propisuje održavanje kočnica u održavanju kočne opreme mora primjenjivati sve UIC-ove objave koje su takva značaja i standarde ISO koji se odnose na osiguranje kvalitete.

6. ZAKLJUČAK

Preventivno održavanje željezničkih vozila jedan je od najsloženijih i najodgovornijih procesa kad je riječ o pouzdanosti i sigurnosti u prijevozu putnika ili roba. Bez obzira o kojoj vrsti prometa je riječ; zračnom, cestovnom ili vodenom prometu, pred održavanje su stavljeni veliki zahtjevi. Cilj preventivnog održavanja jest osiguranje maksimalne raspoloživosti voznog parka uz minimalne troškove održavanja. Preventivno održavanje željezničkih vozila iziskuje znatne materijalne izdatke, stoga se tome treba pristupiti s puno znanja u cilju optimizacije troškova te eksploatacijske pouzdanosti i sigurnosti u prometu. Na optimizaciju održavanja moguće je utjecati već prilikom planirane nabave vozila na način da se prije nabave utvrdi koje će vozilo zahtijevati manje troškove održavanja tijekom eksploatacije. To je vrlo bitna stavka za željeznička vozila, jer pretpostavljeni vijek eksploatacije iznosi oko 40 godina uz redovno preventivno održavanje. Optimizacija troškova, pouzdanosti i sigurnosti može se poboljšati uvođenjem novih informacijskih tehnologija (CMMS sustavi), zasnovanih na prikupljanju i obradi velike količine informacija o stanju vozila koje se šalju u radionice za održavanje. Time se štedi na vremenu prikupljanja i obrade informacija o stanju vozila te se isključuje faktor ljudske pogreške. To će u kombinaciji sa centralizacijom radionica na Vukomercu u konačnici rezultirati smanjenjem eksploatacijskih troškova, povećati pouzdanost i raspoloživost vozila te smanjiti potrebne kapacitete održavanja. Spomenuto podrazumijeva stručan inženjerski pristup pri optimizaciji troškova na način da se strukovno znanje upotrijebi pri propisivanju obujma preventivnog održavanja i revizije. Cilj održavanja željezničkih vozila je izbjeći odnosno smanjiti kvarove, jer se prilikom kvara vozila na pruži blokira ostatak prometovanja što uzrokuje velike probleme u vožnji redu. Takva vrsta kvara stvara višestruke troškove, ovisno o tome može li se kvar otkloniti na mjestu nastanka ili je potrebna vuča do najbliže radionice. Neki od troškova su dolazak vozila, otklanjanje kvara na terenu ako je moguće ili dolazak drugog vozila koje će odvući pokvareno vozilo do najbliže radionice, trošak radionice, utrošeno gorivo, radni sat strojovođe, tim koji će otkloniti kvar i tako dalje. Treba se obratiti pozornost na praćenje trošenja dijelova prilikom intervala izmjene te pokušati produžiti vijek trajanja dijelova prikladnijim mazivima, određenom strojnom ili toplinskom obradom i rigoroznijom kontrolom zaposlenih oko kvalitetnog izvršavanja zadataka u održavanju željezničkih vozila. U radu su definirane i prikazane liste kontrolnih pregleda iz kojih se vidi obujam i opis radova koji trebaju biti izvršeni u zadanim vremenskim intervalima.

7. PRILOG

8. LITERATURA

- [1] Mulc, A., "Inženjerski priručnik 4: Proizvodno strojarstvo", Školska knjiga, 2002., Str.: 293
- [2] Pravilnik o održavanju željezničkih vozila – važeći tekst, NN br. 141/2009
- [3] Nikšić, M., Autorizirana predavanja "Održavanje željezničkih vozila", 2007.
- [4] Nikšić, M., Održavanje željezničkih vozila (Doktorski rad). Zagreb: Fakultet prometnih znanosti, 2009.
- [5] Vranić, S., "Kočenje vlakova", Željeznička tiskara d.o.o., Zagreb, 2000., Str.: 379-380
- [6] Internetska stranica: www.era.com
- [7] Hećimović, M., "241-1 Uputa za kontrolne preglede i redovite popravke željezničkih vozila", Uvez, d.d., Zagreb, 1994.
- [8] Hećimović, M., "241 Pravilnik o održavanju željezničkih vozila", Uvez, d.d., Zagreb, 1994.
- [9] Interna dokumentacija poduzeća "Hrvatske željeznice"